

Embrapa Solos

ISBN 85-85864-07-9
Dezembro, 2001



*DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS SUSTENTÁVEIS NA
REGIÃO MONTANHOSA DA MATA ATLÂNTICA - PATY DO ALFERES, RJ*

Editores

Francesco Palmieri

Dieter Prinz

Celso Vainer Manzatto



República Federativa do Brasil

Presidente: Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro: Marcus Vinicius Pratini de Moraes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Presidente: Alberto Duque Portugal

Diretores: Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres
Dante Daniel Giacomelli Scolari

Embrapa Solos

Chefe Geral: Doracy Pessoa Ramos

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: Celso Vainer Manzatto

Chefe Adjunto de Apoio e Administração: Paulo Augusto da Eira



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Solos
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

*DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS SUSTENTÁVEIS NA
REGIÃO MONTANHOSA DA MATA ATLÂNTICA - PATY DO ALFERES, RJ*

Editores

Francesco Palmieri

Dieter Prinz

Celso Vainer Manzatto

Rio de Janeiro, RJ

2001

Copyright © 2001. Embrapa
Embrapa Solos.

Projeto gráfico e tratamento editorial

André Luiz da Silva Lopes
Jacqueline Silva Rezende Mattos

Revisão de Português

André Luiz da Silva Lopes

Normalização bibliográfica

Maria da Penha Delaia

Revisão Final

Jacqueline Silva Rezende Mattos

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1.024
22460-000 Rio de Janeiro, RJ
Tel: (21) 2274-4999
Fax: (21) 2274-5291
E-mail: sac@cnps.embrapa.br
Site: <http://www.cnps.embrapa.br>

Todos os direitos reservados.

***A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no. 9.610).***

Catálogo-na-publicação (CIP)
Embrapa Solos

Desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis na região montanhosa da Mata Atlântica
- Paty do Alferes, RJ/ Francesco Palmieri; Dieter Prinz; Celso Vainer Manzatto (Ed.) -
Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2001.
115 p.; il.

ISBN 85-85864-07-09

1. Sistemas Agrícolas - Brasil - Rio de Janeiro - Paty do Alferes. 2. Sistemas Agrícolas -
Sustentabilidade - Brasil - Rio de Janeiro - Paty do Alferes. I. Palmieri, Francesco. II. Prinz,
Dieter. III. Manzatto, Celso Vainer. IV. Embrapa Solos (Rio de Janeiro).

CDD (21.ed.) 338.109

SUMÁRIO

PREFÁCIO ♦ viii

APRESENTAÇÃO ♦ x

1 SISTEMAS AGRÍCOLAS DA REGIÃO MONTANHOSA DA MATA ATLÂNTICA ♦ 1

2 DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS SUSTENTÁVEIS ♦ 6

2.1 Objetivos ♦ 6

2.2 Processo Metodológico ♦ 7

3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REGIÃO DA MATA ATLÂNTICA ♦ 10

3.1 Vegetação ♦ 10

3.2 Clima ♦ 12

3.3 Solos ♦ 12

3.4 Aptidão das Terras ♦ 15

3.5 Áreas Similares com Respeito a Vegetação, Solos, Relevo e Clima ♦ 18

3.5.1 Material e Métodos ♦ 18

3.5.2 Resultados ♦ 18

4 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA ♦ 20

4.1 Vegetação ♦ 20

4.1.1 Material e Métodos ♦ 20

4.1.2 Resultados ♦ 22

4.1.3 Conclusão ♦ 24

4.2 Clima ♦ 24

4.2.1 Material e Métodos ♦ 24

4.2.2 Resultados ♦ 25

4.3 Estudo Detalhado dos Solos da Microbacia do Córrego da Cachoeira ♦ 26

4.3.1 Material e Métodos ♦ 26

4.3.2	Resultados	◆ 26
4.4	Estudo Semi-Detalhado dos Solos do Município de Paty do Alferes	◆ 27
4.4.1	Material e Métodos	◆ 27
4.4.2	Resultados	◆ 28
4.5	Uso Atual das Terras da Microbacia do Córrego da Cachoeira	◆ 31
4.5.1	Material e Métodos	◆ 31
4.5.2	Resultados	◆ 31
4.6	Uso Atual das Terras do Município de Paty do Alferes	◆ 32
4.6.1	Material e Métodos	◆ 32
4.6.2	Resultados	◆ 33
4.7	Aptidão das Terras	◆ 34
4.7.1	Material e Métodos	◆ 35
4.7.2	Resultados	◆ 35
5	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	◆ 37
5.1	Caracterização Socioeconômica da Microbacia Córrego da Cachoeira	◆ 37
5.1.1	Material e Métodos	◆ 37
5.1.2	Resultados	◆ 38
5.2	Caracterização Sócio Cultural do Município de Paty do Alferes	◆ 40
5.2.1	Material e Métodos	◆ 40
5.2.2	Resultados	◆ 40
5.3	Custos de Produção e Análise de Riscos para a Cultura do Tomate	◆ 41
5.3.1	Material e Métodos	◆ 41
5.3.2	Resultados	◆ 42
5.4	Análise Multicritério	◆ 43
5.4.1	Material e Métodos	◆ 43
5.4.2	Resultados	◆ 46

6	INFLUÊNCIA DO SISTEMA AGRÍCOLA SOBRE O MEIO AMBIENTE ♦	47
6.1	Causas da Erosão ♦	47
6.2	Prejuízos Causados pela Erosão ♦	48
6.3	Objetivos da Pesquisa ♦	49
6.4	Avaliação de Erosão ♦	50
6.5	Limites de Tolerância de Perdas de Solo ♦	51
6.6	Medições de Erosão no Campo ♦	52
6.7	Quantificação da Erosão através de Parcelas-Wishmeier ♦	54
6.7.1	Material e Métodos ♦	54
6.7.2	Resultados ♦	57
6.8	Ocorrência de Metais Pesados nas Parcelas-Wishmeier ♦	61
6.9	Perdas de Nutrientes Causadas pela Erosão ♦	62
6.10	Água Superficial e de Uso Doméstico ♦	62
6.11	Conclusões ♦	63
7	INTRODUÇÃO DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS DE CULTIVO ♦	64
7.1	Área de Diversificação de Produção Agrícola ♦	64
7.1.1	Material e Métodos ♦	64
7.1.2	Sistemas Alternativos de Produção sob Irrigação e Melhoramento de Práticas de Cultivo em Terras de Agricultores ♦	65
7.1.3	Sistemas de Irrigação ♦	71
7.1.4	Resultados ♦	74
7.2	Recuperação de Área Degrada em Terras de Agricultor ♦	76
7.2.1	Material e Métodos ♦	76
7.2.2	Resultados ♦	78
8	MONITORAMENTO DE AGROQUÍMICOS E SEU IMPACTO NO MEIO AMBIENTE ♦	82
8.1	Nitratos, Nitritos e Fosfatos ♦	82
8.1.1	Comentários Gerais ♦	82
8.1.2	Material e Métodos ♦	82

8.1.3	Resultados	◆	83
8.2	Pesticida no Solo, Sedimentos e Vegetais	◆	85
8.2.1	Comentários Gerais	◆	85
8.2.2	Material e Métodos	◆	88
8.2.2.1	Análise de Pesticidas	◆	90
8.2.2.2	Análise de Água	◆	91
8.2.2.3	Análise do Solo e Sedimentos	◆	91
8.2.2.4	Análise de Vegetais	◆	92
8.2.3	Resultados e Discussão	◆	92
8.2.4	Conclusões e Recomendações	◆	99
8.3	Contaminação Humana	◆	100
8.3.1	Material e Métodos	◆	100
8.3.2	Resultados	◆	101
9	DISSEMINAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS	◆	103
9.1	Cursos	◆	103
9.2	Campanha de Tríplice Lavagem	◆	105
9.3	Feira do Tomate	◆	106
9.4	Dias de Campo	◆	106
9.5	Validação de Tecnologias	◆	107
9.6	Promoção e Organização de Seminários, Conferências e Workshops	◆	107
9.7	Organização da Comunidade	◆	108
9.8	Educação Ambiental	◆	109
9.9	Legislação Ambiental	◆	110
10	RESULTADOS GERAIS E AVALIAÇÃO	◆	111
10.1	Base de Dados Georreferenciados	◆	111
10.2	Desenvolvimento de Sistemas Agrícolas Sustentáveis	◆	111
10.3	Avaliação do Projeto	◆	114

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ♦ 116

12 ANEXOS ♦ 119

Anexo 1 - Espécies Identificadas nos Fragmentos Florestais.

Anexo 2 - Mapa Detalhado de Solos da Microbacia do Córrego da Cachoeira. Paty do Alferes, RJ.

Anexo 3 - Mapa Semi Detalhado de Solos do Município de Paty do Alferes, RJ.

Anexo 4 - Principais Unidades Geoambientais do Município de Paty do Alferes, RJ.

Anexo 5 - Uso Atual das Terras da Microbacia do Córrego da Cahoeira. Paty do Alferes, RJ.

Anexo 6 - Mapa de Uso Atual das Terras do Município de Paty do Alferes, RJ.

PREFÁCIO

O projeto "Desenvolvimento de Sistemas Agrícolas Sustentáveis em Terras Montanhosas de Baixa Fertilidade com Pastagens na América do Sul" teve como objetivo principal desenvolver sistemas alternativos de agricultura ambientalmente adequados, socialmente justos e economicamente viáveis para pequenos produtores rurais da Mata Atlântica no Brasil. O ponto de partida das atividades de projeto consistiu numa análise de problema.

A erosão e muitos efeitos associados se constituem em problemas sérios devido à Região da Mata Atlântica ser formada, em sua maioria, por áreas muito montanhosas e bastante íngremes. Tradição, falta de consciência e educação, associados a fatores econômicos, aumentam a pressão sobre o meio ambiente.

A degradação das terras através da erosão não só conduz à perda física de material do solo com conseqüente aumento dos custos de produção para reposição de nutrientes, mas também promove o empobrecimento da terra com perda das camadas superficiais mais férteis através da forte erosão laminar resultando na contaminação dos corpos hídricos devido ao transporte de agroquímicos.

A produção agrícola, especialmente em solos de baixa fertilidade natural, precisam de práticas intensivas de conservação de solos, controle e manejo integrado de pragas e doenças para torná-los produtivos. O uso de agroquímicos na área de projeto mostrou estar fora de qualquer controle, não só devido a técnicas de agricultura inadequadas, mas também devido à falta de conhecimento e de escolaridade dos produtores rurais.

No projeto foram investigados e caracterizados: 1) A Oferta Ambiental (vegetação natural e antrópica, solos, clima, geomorfologia, recursos hídricos e dinâmica de uso atual das terras); 2) Aspectos Econômicos (mercado e condições de comercialização); 3) Aspectos Culturais (educação e tradição); 4) Políticas Setoriais (educação e legislação ambiental); e 5) Sistemas de Produção (olerícolas, lavouras e pecuária).

Com respeito ao ambiente, o levantamento de solos mostrou que as principais classes de solos encontradas compreende os Latossolos e Podzólicos que são extremamente erosivos durante a estação chuvosa, nas áreas fortemente onduladas e montanhosas. Testes com simulador de chuva mostraram uma porcentagem elevada de macroporos. Estes aceleram o fluxo de água e de agroquímicos para os horizontes inferiores, passando pela matriz do solo. Então, uso excessivo de agroquímicos pode facilmente se tornar uma ameaça para o lençol freático. Conteúdos altos de metais pesados, derivados dos agroquímicos, foram encontrados nos sedimentos analisados das parcelas experimentais de erosão tipo Wischmeier.

Várias experiências foram conduzidas para se encontrar soluções para os problemas identificados. Diferentes técnicas de cultivos nas parcelas experimentais tipo Wischmeier mostraram que pequenas mudanças nos sistemas de agricultura tradicional (por exemplo, não queimar antes do preparo do terreno e plantar gramíneas em faixas e nos canais laterais),

podem diminuir a erosão visivelmente (20 - 80% dependendo da estação do ano e do tipo de cultura). Cultivo mínimo, compreendendo o plantio em covas ao longo das curvas de níveis, provou ser a técnica de preparo de terreno mais indicada para reduzir perda de solo para níveis toleráveis com menor aplicação de agroquímicos e sem reduzir a qualidade e a produtividade.

O melhoramento das técnicas de cultivo, como usar fitilhos plásticos em vez de estacas de bambu cruzadas na cultura de tomate, também provou ser muito efetivo. A técnica de fitilhos é mais barata, fácil de conduzir e produz rendimentos mais altos.

Apesar do uso intensivo de agroquímicos na área, uma pesquisa destas substâncias em água, solos/sedimentos, legumes, verduras e no sangue de produtores rurais surpreendentemente não mostrou qualquer traço detectável.

A consciência ambiental dos produtores rurais é lamentável devido à falta de educação ambiental. Portanto, foram considerados como uma parte muito importante do projeto a execução de dias de campo, reuniões e seminários na Região de Paty do Alferes. A participação dos produtores rurais foi considerado de capital importância em todo o processo de desenvolvimento de técnicas de agricultura sustentáveis, pois permitiu que os mesmos acompanhassem os resultados obtidos. Após uma desconfiança inicial, os produtores rurais cooperaram colocando suas propriedades à disposição para instalação das parcelas experimentais e ajudaram na obtenção de dados de erosão e leituras na estação hidrometeorológica.

Para melhorar a consciência global dos sérios problemas ambientais causados pelas técnicas agrícolas inadequadas, a educação ambiental precisou ser mais que um único seminário para os produtores rurais. Foram feitos esforços para incluir educação ambiental no currículo escolar e discutida a criação de uma organização não governamental local para intensificar o desenvolvimento ecológico da área.

APRESENTAÇÃO

Este projeto de pesquisa internacional e multidisciplinar reuniu várias instituições européias e sul-americanas com o objetivo de estudar e minimizar a degradação contínua e progressiva das terras montanhosas da América do Sul, com especial atenção à Região da Mata Atlântica.

Em março de 1994, o Consórcio formado pela Universidade de Karlsruhe – IKW, Alemanha, Conselho Superior de Investigações Científicas – CID-CSIS, Espanha, Embrapa Solos, Brasil, Instituto Nacional de Tecnologia – INT-MCT, Brasil e Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuária – IBTA, Bolívia, receberam a aprovação pela Comissão das Comunidades Européias (CEC) de seu projeto TS3*-CT94-0315 dentro do Programa R&D "Ciências da Vida e Tecnologias para Países em Desenvolvimento", intitulado:

”Desenvolvimento de Sistemas Agrícolas Sustentáveis em Terras Montanhosas de Baixa Fertilidade com Pastagens na América do Sul.”

O contrato para este projeto foi assinado em 18 de novembro de 1994 entre a Comissão das Comunidades Européias e a Universidade de Karlsruhe, Coordenadora Geral do Projeto, sendo a data oficial para iniciar fixada para 1º de outubro de 1994.

Principais parceiros do projeto:

- Instituto de Manejo de Recursos de Água, Engenharia Hidráulica e Rural da Universidade de Karlsruhe – IKW, Alemanha.

O Departamento de Engenharia Rural da Universidade de Karlsruhe que assumiu a coordenação geral do projeto, já executou vários projetos no estrangeiro e suas principais atividades de pesquisa estão nos campos da ciência do solo, nutrição de plantas, agricultura tropical e subtropical, manejo de recursos de água e avaliação e controle de erosão.

- Conselho Superior de Investigações Científicas – CID-CSIS, Espanha.

O Departamento de Química Ambiental do CID-CSIS é uma das instituições líderes em seu campo na Europa e está executando pesquisa em pesticidas, através de métodos de análises desenvolvidos pela instituição para determinar a composição de pesticidas e a ocorrência em alimentos, solos e água.

- Embrapa Solos, Brasil.

A Embrapa Solos integra a estrutura da Embrapa como um Centro de Pesquisa de caráter nacional, enfoca suas pesquisas não apenas em pedologia, mas também para o meio ambiente como um todo, gerando e transferindo conhecimentos científicos para promover a utilização de métodos alternativos de agricultura sustentável.

- Instituto Nacional de Tecnologia – INT/MCT, Brasil

O Instituto Nacional de Tecnologia executou junto com o CID-CSIS da Espanha o monitoramento de avaliação de impacto ambiental causado pelo uso de insumos agrícolas.

- Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuária – IBTA, Bolívia.

A instituição governamental IBTA está levando a cabo trabalho de pesquisa para introduzir novas tecnologias nos campos de conservação de solos, manejo de culturas, irrigação, etc. em toda a Bolívia. Como esta organização foi completamente reestruturada nos últimos dois anos, a contribuição dela para as atividades de projeto foi bastante restrita.

As seguintes instituições parceiras foram contratadas:

- Rede Internacional de Metodologias de Investigações de Sistemas de Produção – RIMISP, Chile.

As atividades principais do RIMISP compreendem a interação entre grupos técnicos de organizações de desenvolvimento rurais e daqueles que se dedicam a pesquisa agrícola, com o propósito de fortalecer o conhecimento de sistemas de informações para desenvolvimento agrícola e rural. O RIMISP colaborou de perto com a *Embrapa Solos* tendo como um dos principais objetivos o desenvolvimento de conceitos, métodos e mecanismos para melhorar a pesquisa e desenvolvimento de sistemas agrícolas para pequenos produtores rurais da América Latina, enfatizando a promoção de diálogo entre as várias disciplinas e instituições.

- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro – EMATER-RIO, Brasil.
- Fundação Instituto Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, Brasil.
- Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro – PESAGRO-RIO, Brasil.
- Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ, Brasil.
- Universidade Federal Fluminense – UFF, Brasil.
- Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFF, Brasil.
- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Brasil.

Os custos globais do projeto no período de três anos foram de 1,370,000 ECU, dos quais 470,000 ECU corresponderam à contribuição da União Européia e ao redor 900,000 ECU do Governo Brasileiro.

As atividades do projeto se concentraram em duas localidades da Região Mata Atlântica do Brasil: Paty do Alferes, no Estado do Rio de Janeiro; e em Afonso Claudio, no Estado do Espírito Santo. A área de estudo principal onde a maioria das atividades de pesquisa foram conduzidas foi o Município de Paty do Alferes que fica situado a 120km a noroeste da cidade de Rio de Janeiro. Na Figura 1 é mostrado a localização dos principais parceiros e os locais de pesquisa.

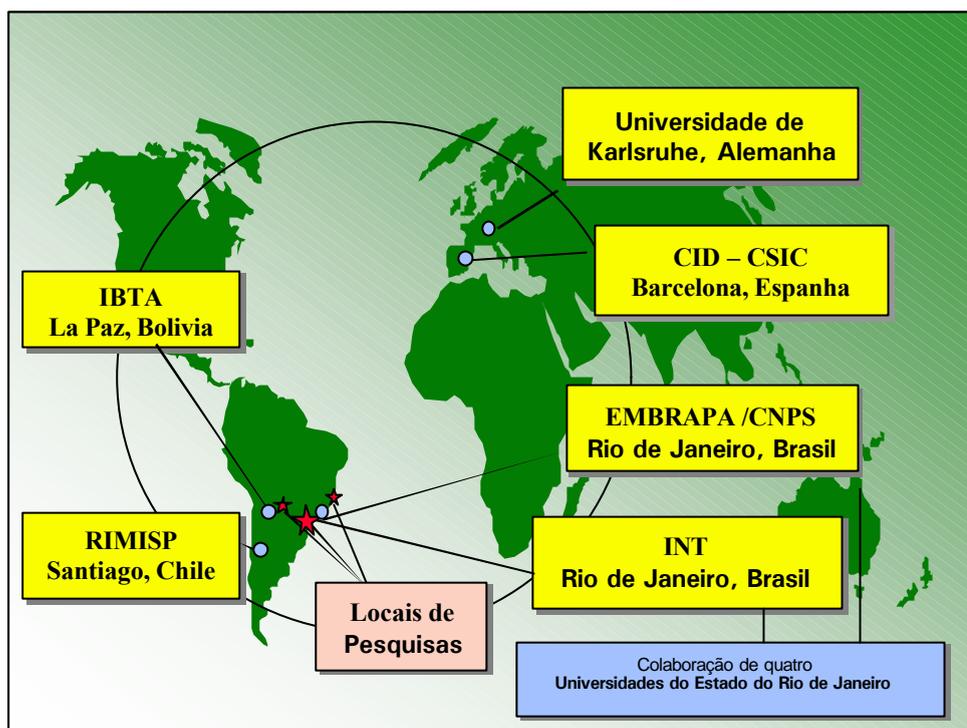


Figura 1. Localização dos parceiros e locais de pesquisa.

Além do Projeto DESUSMO, outros quatro projetos de pesquisa foram conduzidos simultaneamente no Município de Paty do Alferes. Estes projetos tinham objetivos e metas similares aos do projeto DESUSMO, portanto ocorreu uma estreita colaboração e troca de experiência entre as várias instituições. Além do mais, foi possível, apesar dos restritos recursos financeiros do projeto DESUSMO, pelo ao menos no Município de Paty do Alferes, conduzir em sua totalidade todas as atividades propostas. Figura 2, mostra os principais participantes e as instituições financeiras destes projetos, bem como o tempo de duração dos mesmos.

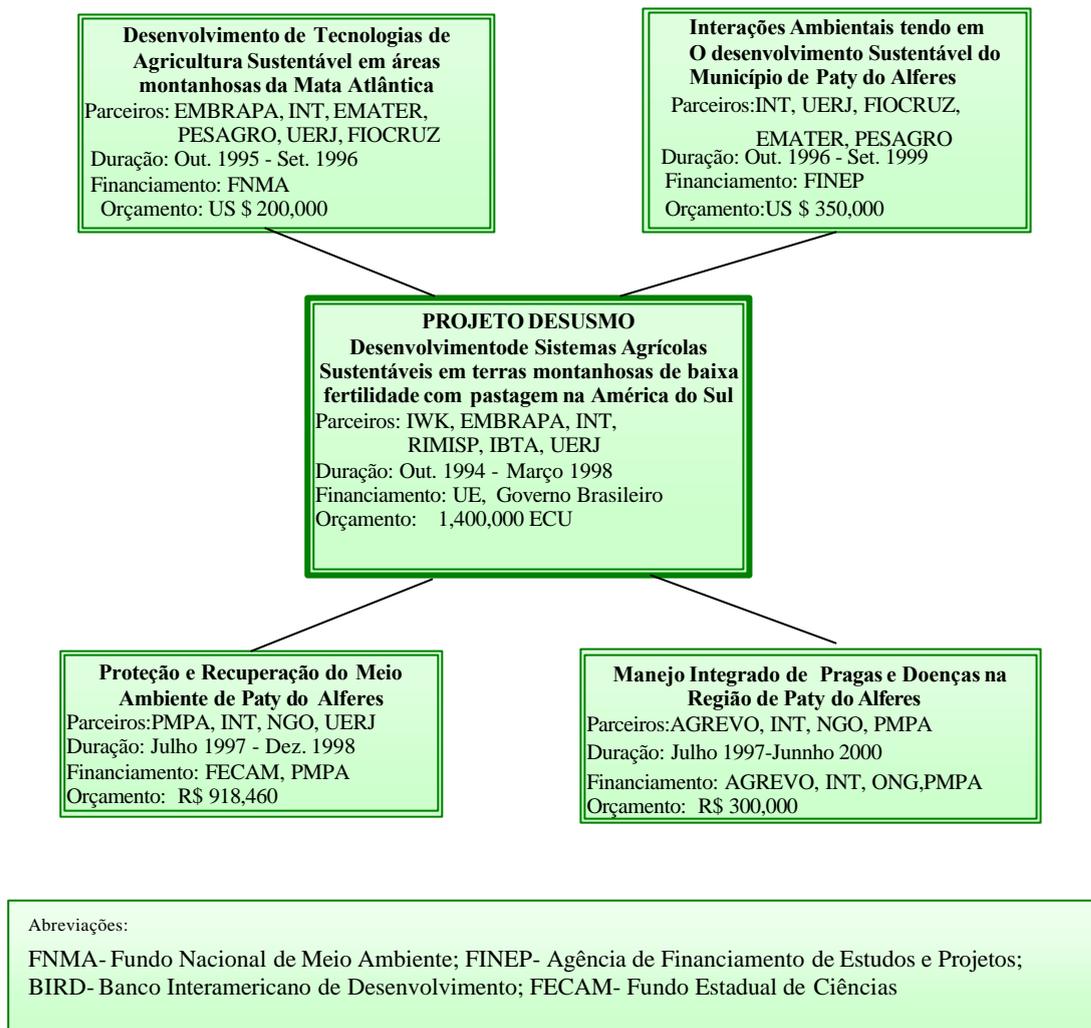


Figura 2. Projetos complementares na área de Paty do Alferes, RJ. Brasil.

1 SISTEMAS AGRÍCOLAS DA REGIÃO MONTANHOSA DA MATA ATLÂNTICA

*Dieter Prinz*¹

*Francesco Palmieri*²

Os solos das áreas montanhosas do Bioma Mata Atlântica, com exceção de alguns, são de baixa fertilidade. Encontravam-se, em geral, sob vegetação de floresta. Após o desmatamento e aos vários ciclos de exploração desordenada, tais como extrativismo de madeiras, cultivo da cana de açúcar, café e criação extensiva de gado, apresenta um grau extremamente elevado de degradação ambiental e as terras perdem muito de sua cobertura natural e diminuem sua fertilidade. Atualmente, a olericultura e a pecuária leiteira são as principais atividades econômicas, porém, a utilização de práticas de manejo e conservação de solo e água não adequadas às condições de relevo acidentado contribuem efetivamente com a diminuição gradativa da produtividade e com o aumento da degradação ambiental.

O uso atual com aplicação mínima de insumos e baixa qualidade das pastagens contrasta com a necessidade de prover as “megacidades” próximas, como São Paulo e Rio de Janeiro, com alimentos e fibras. Algumas áreas montanhosas que já foram utilizadas com pastagens, atualmente são ocupadas com horticultura ou outras culturas comerciais, por um período de 1 a 3 anos, sob técnicas agrícolas inadequadas associadas ao preparo do solo com aração morro abaixo. Estas técnicas impróprias provocam o arraste dos horizontes superficiais, resultando em grandes perdas de solo, diminuição da produtividade da terra e aumenta o empobrecimento do meio rural. O agricultor, em geral, sai a procura de novas áreas ou migra para os centros urbanos, deixando para trás áreas repletas de sulcos e voçorocas e outros problemas ambientais (Tabela 1.1).

Tabela 1.1. Comparação entre dois sistemas agrícolas tradicionais na Mata Atlântica

Sistema Extensivo Pastagens não Melhoradas	Sistema Intensivo Produção de Olerícolas
<ul style="list-style-type: none">• Baixa produtividade: pequeno suprimento de alimentos para os centros urbanos.• Êxodo rural: devido a pequena quantidade de mão de obra utilizada.• Degradação dos solos e das pastagens.• Escassez de madeira e eliminação de espécies.• Erosão do solo.	<ul style="list-style-type: none">• Produção: elevada, porém, com quantidades extremamente altas de fertilizante e pesticidas usadas sem controle.• Contaminação: suprimento de legumes contaminados para os mercados urbanos e contaminação de rios e do lençol freático.• Erosão de solo muito severa.

¹ Professor Doutor da Universidade de Karlsruhe. Alemanha.

² Ph. D. em Levantamento e Classificação de Solos. *Embrapa Solos*. Rio de Janeiro. RJ – palmieri@cnps.embrapa.br

Quando se avalia um sistema agrícola ou se introduz novas técnicas, vários critérios de sustentabilidade devem ser aplicados (Reijntjes et al., 1992).

A agricultura para ser sustentável deve ser:

- ecologicamente adequada:
a qualidade dos recursos naturais é mantida e a vitalidade de todo o agroecossistema é implementado;
- economicamente viável:
o retorno econômico deve cobrir todos os gastos dos produtores rurais e ser suficientemente atrativo para ser mantido pelo fazendeiro. É desejável não só medir viabilidade econômica em termos de rendimento de colheita ou produção de animais por área, mas também, em termos de como conservar recursos naturais ou minimizar riscos;
- socialmente justa:
os recursos e a força de trabalho são distribuídos de tal modo que as necessidades básicas de todos os membros da sociedade são alcançadas e seus direitos de uso do solo, financiamento, assistência técnica e oportunidades de mercado são assegurados para todos;
- humanitária:
todas as formas de vida (planta, animal e humana) são respeitadas e a integridade espiritual e cultural da sociedade é aceita e preservada; e
- adaptável:
as comunidades rurais são capazes de se ajustar às mudanças dos sistemas de cultivo das terras.

Quando se olha uma fazenda como um sistema, torna-se claro que a relação entre custo e benefício é muito importante, porque decide sua sustentabilidade econômica. A relação entre os insumos naturais e os insumos externos, que alimenta os recursos da fazenda dá uma indicação da sustentabilidade dos recursos deste agroecossistema chamado uma fazenda (Figura 1.1).

O processo de ocupação das terras e o crescimento econômico do meio rural da região vêm sendo realizado desordenadamente. Este processo tem contribuído efetivamente na degradação dos recursos naturais, na contaminação dos cursos d'água, na diminuição da produtividade e por conseguinte deteriorando a qualidade de vida da população.

Na região estudada é evidente a degradação e o uso inadequado dos recursos naturais e verificam-se apenas alguns fragmentos da Mata Atlântica primitiva. Grandes áreas encontram-se subutilizadas e/ou abandonadas e várias apresentam estágio de degradação avançado, devido aos vários ciclos de exploração desordenada. A Figura 1.2 mostra o

resultado dos principais problemas dos sistemas agrícolas atualmente em curso na Região da Mata Atlântica.

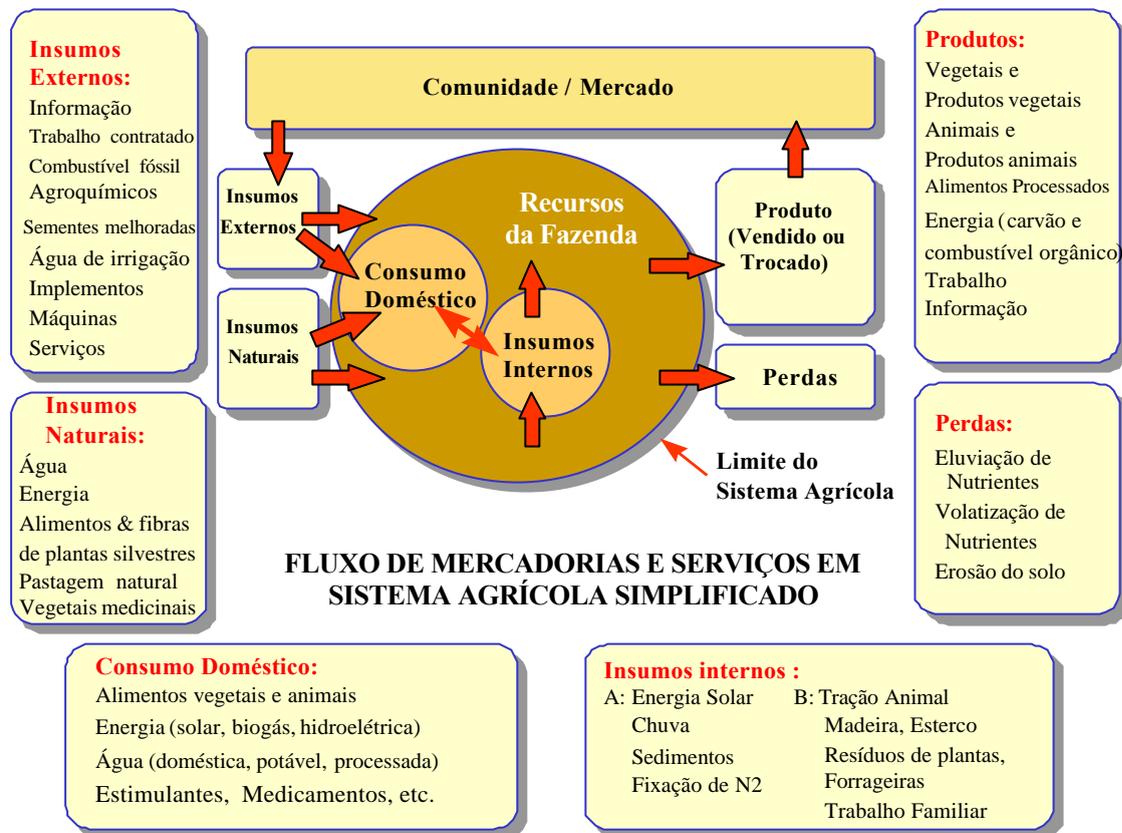


Figura 1.1. Fluxo de produtos e de serviços em um sistema agrícola simplificado (Fonte: Prinz, 1998).

No passado, a maioria dos sistemas tradicionais eram sustentáveis, isto é, a produção não era praticada às custas da sustentabilidade. Os fazendeiros tinham conhecimento considerável do seu ambiente e não o super exploravam. Em particular, em sistemas de cultivos itinerantes, os produtores sabiam quais as partes das paisagens que eram mais adequadas às diversas culturas, e eles usavam, freqüentemente, sistemas de manejo que não esgotavam a fertilidade natural do solo.

Muito deste conhecimento tradicional foi perdido no "processo de modernização". Os fazendeiros foram confrontados com novas espécies, com as quais eles não tinham nenhuma experiência, sendo orientados/forçados a usar novas técnicas e métodos que não entendiam. Como resultado, os fazendeiros perderam o conhecimento tradicional do ambiente agrícola de suas terras e da relação meio ambiente e sistemas agrícolas. Assim, técnicas antigas de manutenção de fertilidade do solo, controle de pragas e doenças, rotação de culturas, etc foram abandonadas.

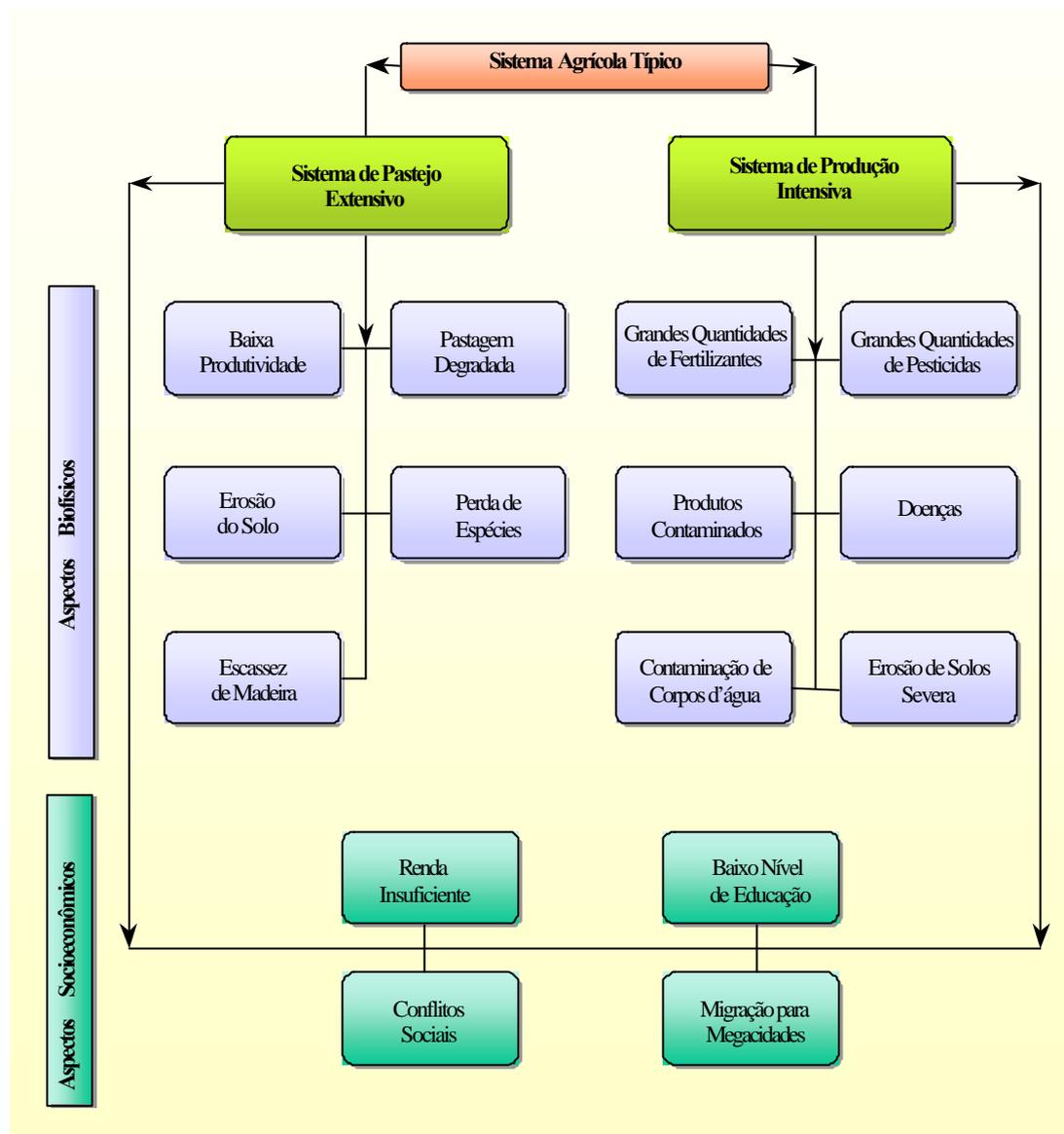


Figura 1.2. Principais problemas resultantes de sistemas agrícolas típicos da Região da Mata Atlântica.

Hoje em dia, muitos fazendeiros reduziram sua certeza sobre o que acontecerá se eles plantarem uma certa variedade de planta, que tipo de pragas e doenças eles podem esperar e como controlá-las. Antes, eles deixavam certas árvores durante o preparo do solo, porque sabiam que a árvore era benéfica à terra. Atualmente, as pessoas preparam frequentemente o solo sem pensar nas conseqüências ou não vêem nenhuma alternativa. Como resultado, muitos, se não a maioria dos sistemas agrícolas, estão em um estado de degradação ecológica. A capacidade de produção é posta sob pressão considerável para se expandir e, como resultado, métodos tradicionais que preservavam a sustentabilidade, hoje tem menos valor que as necessidades de economia de curto prazo. As pessoas não são mais preparadas para investir no futuro das terras.

Um serviço de extensão agrícola bem treinado tem papel muito importante na expansão e uso de tecnologia de conservação. Além disso, incentivos financeiros e créditos encorajam e ajudam os fazendeiros a usarem as necessárias tecnologias de conservação. Políticas de “alimentação barata” de governos que exploram os produtores rurais tendem a encorajar práticas de manejo inadequadas das terras.

Além de várias barreiras tangíveis, há vários fatores psicológicos e/ou convicções que são barreiras que impedem a utilização de práticas de conservação. Com respeito a erosão do solo, entre outras, podem ser citadas as seguintes:

- "Erosão é inevitável";
- "Erosão somente é associada com o uso moderno de fertilizantes e maquinaria";
- "Pesquisa precisa determinar permissível/taxa de tolerância de perda de solo em vez de reduzir erosão para próximo de zero";
- "Avanços em tecnologias agrícolas superarão problemas";
- "A convicção que erosão não está ocorrendo em minha terra";
- "Erosão não tem um efeito significativo na produtividade da terra"; e
- “Erosão não é meu problema”.

A Figura 1.3 ilustra a diferença entre uma microbacia manejada adequadamente e aquela na qual não são considerados os requisitos de sustentabilidade.

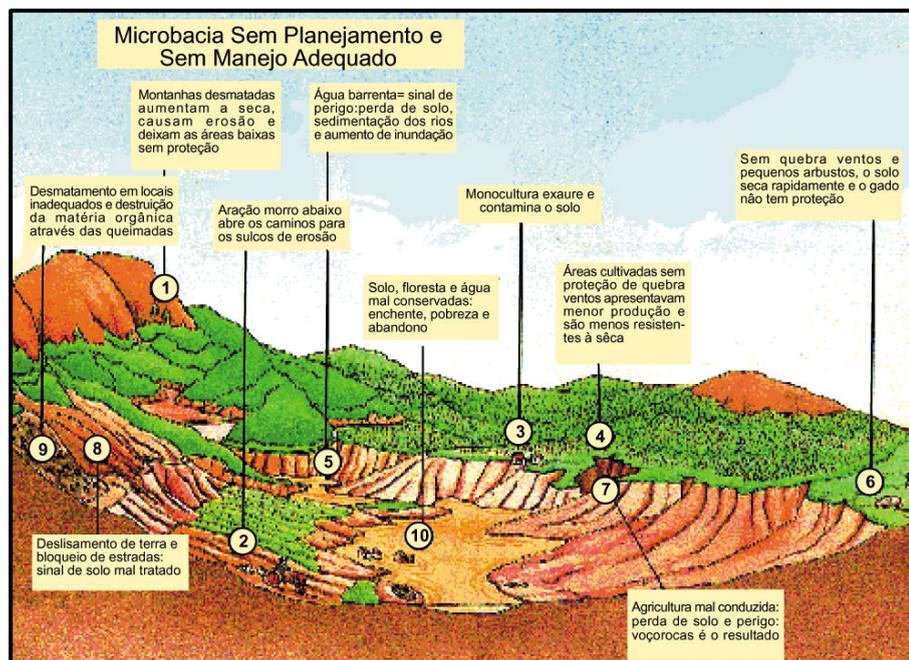


Figura 1.3. Microbacia bem manejada e não manejada adequadamente em um ambiente montanhoso.

2 DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS SUSTENTÁVEIS

Dieter Prinz¹

Francesco Palmieri²

Michael Kunzmann³

2.1 Objetivos

O objetivo principal do projeto compreendeu o desenvolvimento de sistemas agrícolas economicamente viáveis, socialmente justos e ambientalmente adequados. Então uma meta importante foi fomentar a provisão de produtos agrícolas não contaminados para o mercado urbano com concomitante contenção da poluição ambiental, diminuição da erosão dos solos e proteção dos fragmentos florestais remanescentes. Além disso, foi dada atenção especial a estudos visando melhorar a situação socioeconômica da população rural para garantir a influência a longo prazo das medidas propostas.

O desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis é uma tarefa muito complexa. Exige levar em conta muitos fatores, como ilustrado na Figura 2.1.

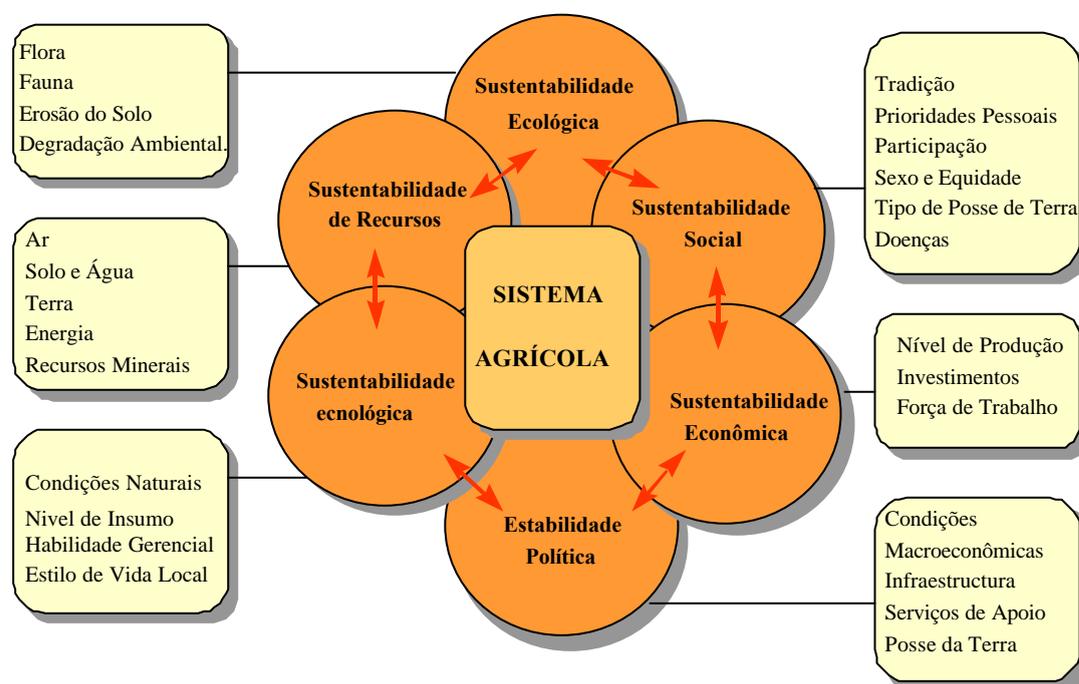


Figura 2.1. Parâmetros associados aos vários aspectos de sustentabilidade (Fonte:Prinz, 1998).

³ Doutorando da Universidade de Karlsruhe. Alemanha.

Para alcançar as metas globais do projeto, foram identificados os seguintes objetivos:

- identificação de variáveis biofísicas, socioeconômicas e políticas associadas com degradação/recuperação de recursos naturais;
- identificação de fatores econômicos, sociais e organizacionais limitantes para o desenvolvimento de sistemas de agricultura sustentáveis;
- desenvolvimento de sistemas de produção que precisem de consideravelmente menos agroquímicos, sem redução dos ganhos financeiros,
- elaboração de propostas para controlar o uso de agroquímicos e combater ervas daninhas agrícolas;
- diminuição mensurável da contaminação química do solo e água;
- desenvolvimento e implementação de métodos de conservação de solos, que diminuam as perdas por erosão e aumentem simultaneamente a produção agrícola e melhorem a qualidade dos alimentos;
- melhoria de métodos de irrigação para reduzir perdas de água e evitar erosão do solo;
- desenvolvimento de sistemas agroflorestais apropriados para melhorar proteção florestal;
- indicação de possibilidades para proteger o ambiente através de leis e regulamentos (por exemplo, relacionado ao uso de agroquímicos, distribuição de água, etc.) nas comunidades e a nível de governo;
- aumento significativo da cooperação e troca de conhecimentos/experiências entre os cientistas europeus e latino americanos, assim como, também treinamento de estudantes;
- diminuição do uso de agroquímicos através do desenvolvimento de sistemas alternativos de produção, assim como, também, soluções para destinação dos recipientes de agroquímicos usados; e
- produção de alimentos não contaminados por resíduos químicos e, por conseguinte, sem danos à saúde dos consumidores.

2.2 Processo metodológico

Para alcançar os objetivos acima mencionados e metas propostas, os estudos compreenderam uma visão holística e estudos interdisciplinares, levando-se em consideração a complexidade do sistema e a diversidade dos fatores influentes (Figura 2.2). Ênfase especial foi dada a:

- fatores socioeconômicos e biofísicos foram considerados de igual importância.
- os sistemas agrícolas foram vistos como parte da comunidade local, da região e da nação. Os grupos de alvos designados “objetivos”, combinados com os objetivos da nação e/ou da sociedade determinaram as pesquisas e suas amplitudes.
- a dinâmica passada e futura dos sistemas agrícolas, assim como, seus componentes espaciais.
- a participação efetiva dos produtores rurais, como parceiros, nas pesquisas de campo conduzidas em suas propriedades, nas entrevistas domiciliares, assim como, nas atividades de extensão foi considerado essencial para o sucesso do projeto.

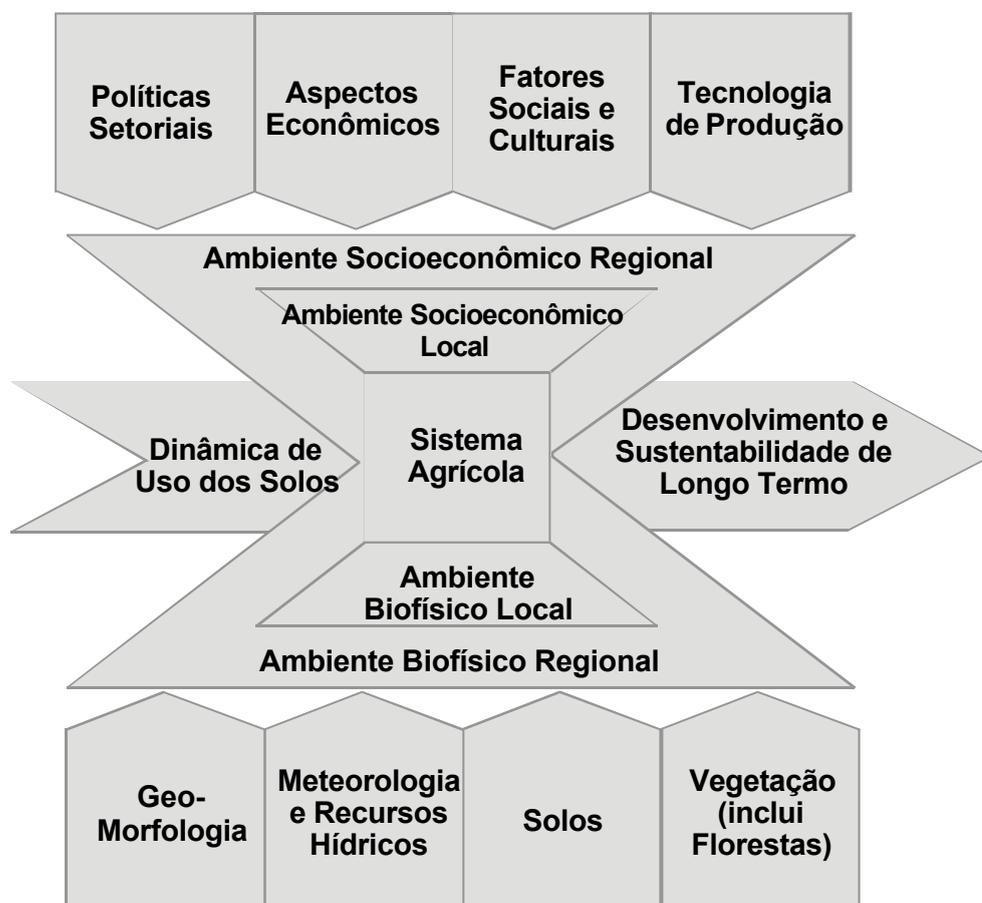


Figura 2.2. Visão holística usada no Projeto DESUSMO.

Dentre os vários aspectos e setores compreendidos pela aproximação holística utilizada no projeto, a Figura 2.3 mostra aqueles que foram investigados em detalhe, ressaltando que foi dada grande ênfase desde o começo das atividades para todos os parceiros trabalharem em estreita cooperação usando o efeito de suas sinergias.

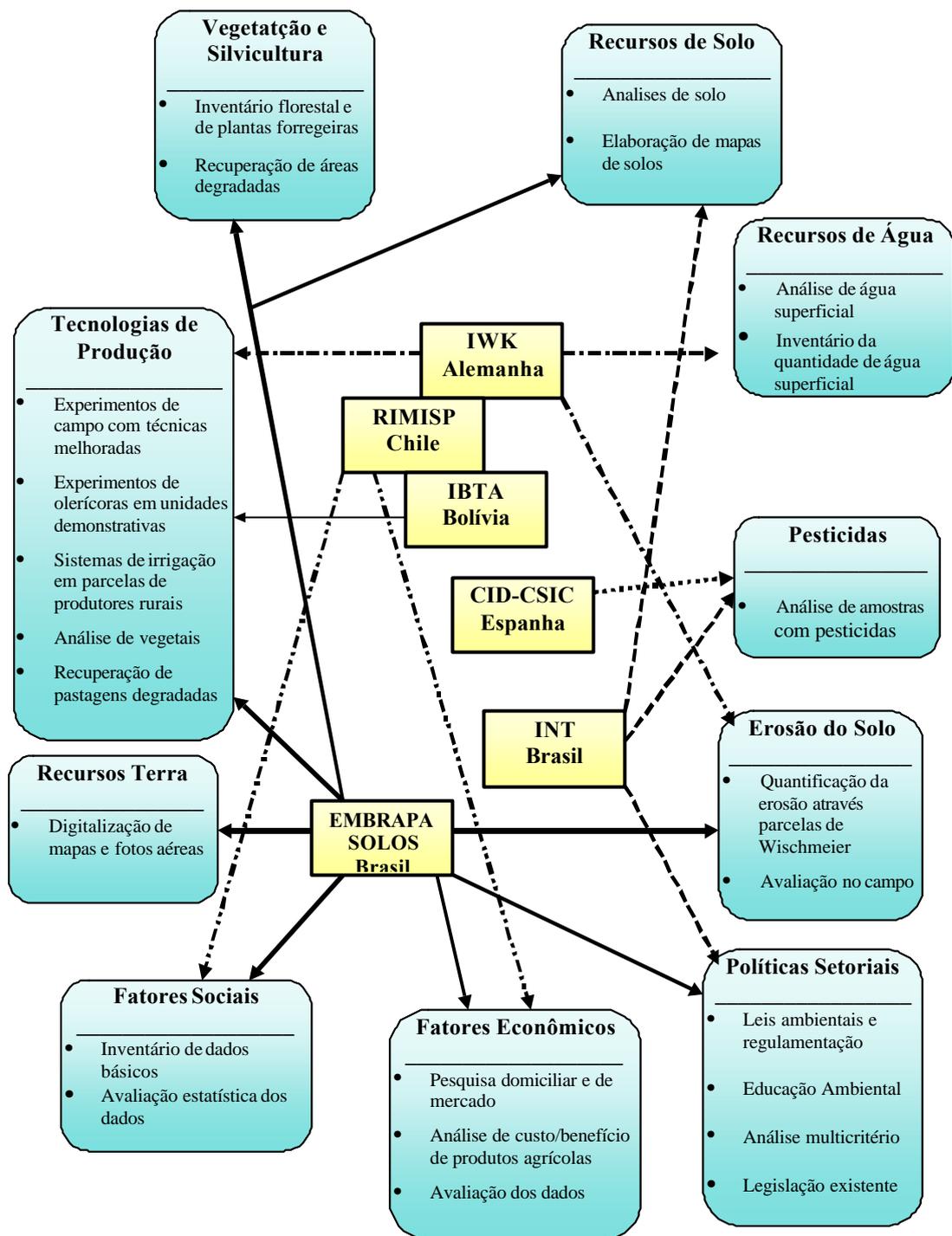


Figura 2.3. Setores abrangidos e cooperação/distribuição de atividades entre os parceiros.

3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REGIÃO DA MATA ATLÂNTICA

*Francesco Palmieri*²

*José Francisco Lumbreras*²

*Lucieta Guerreiro Martorano*²

*Dieter Prinz*¹

*Michael Kunzmann*³

*Swantje Thomas*⁴

3.1 Vegetação

A maior parte das áreas montanhosas do Bioma Mata Atlântica, atualmente com agricultura e pastagem, tinha originalmente uma floresta densa como cobertura vegetal. Em 1500, antes dos primeiros colonos chegarem ao Brasil, havia uma imensa floresta (Mata Atlântica), ou mais com precisão, um complexo de florestas tropicais pluviais, geralmente latifoleadas, compreendendo espécies tropicais e subtropicais, ocorrendo, aproximadamente entre os paralelos 8° e 28° de latitude sul, estendendo-se, aproximadamente, 100 quilômetros para o interior do continente a partir da costa na Região Nordeste, e alargando-se a mais de 500km na Região Sul. A vegetação florestal cobria aproximadamente 1 milhão de km².

Embora a extensão do sistema de florestas chamada de Mata Atlântica tenha sido definido através do Decreto Lei n. 99.547/90, até hoje a matéria está sendo discutida entre os especialistas(Brasil, 1992).

Aproximadamente 70% da população brasileira vive nesta região e grandes áreas metropolitanas como o Rio de Janeiro e São Paulo estão inseridas dentro do Bioma Mata Atlântica. Apenas 6 a 10% da Mata Atlântica “original” (dependendo da definição de original e sua extensão) não foi eliminada pelas atividades humanas. Grandes áreas de formações florestais na Região Sul do Brasil, com ocorrência de coníferas primitivas, *Araucária angustifolia*, não foram consideradas dentro do âmbito deste projeto. Devido esta Região ser subtropical é comum a ocorrência de geadas.

A extensão legal da Mata Atlântica fixada no Decreto 99.547/90 é mostrada na Figura 3.1. As primeiras três categorias indicam fragmentos de floresta virgem. A quarta categoria indica áreas que são cobertas por florestas secundárias ou, principalmente, usadas com atividades agrícolas. As últimas três categorias indicam áreas similares e mistas, principalmente sob uso agrícola. A distribuição e definição legal da vegetação da Mata Atlântica é a seguinte:

⁴ Mestranda da Universidade de Karlsruhe. Alemanha.

Esta floresta densa é caracterizada por espécies sempre verde, perenes, de porte médio/alto e alto. Como espécies características podemos citar a *Parkia*, *Manilkara*, *Attalea*, *Ocotea*, *Euterpe* e *Talauma*. Também, é comum a ocorrência de cipós e epífitas.

Em suas adjacências ocorrem áreas com floresta ombrofila aberta (floresta de transição) e floresta estacional semidecidual (floresta subcaducifólia). A floresta ombrofila aberta é tropical, perene, que se desenvolveu em áreas de cultivos itinerantes. Este estado de transição de floresta secundária pode ser identificado através de maiores distâncias entre as árvores, arbustos esparsos e mais lianas. A floresta estacional semidecidual é úmida e verde durante a estação chuvosa. A maioria do ano, o clima é tropical (úmido e quente), em algumas áreas os invernos são bastante frios chegando a provocar uma seca fisiológica (clima subtropical).

3.2 Clima

Devido à sua extensão, a região da Mata Atlântica e as áreas adjacentes apresentam um clima bastante diversificado e, de acordo com a classificação de Köppen, compreende as seguintes tipos climáticos:

A ⇒ clima tropical, úmido; temperatura média mensal $>18^{\circ}\text{C}$; com as seguintes especificações:

- f = sem estação seca, precipitação em todos os meses, com média mensal do mês mais seco $>60\text{mm}$;
- m = estação seca pequena (mês mais seco $<60\text{mm}$), mas precipitação suficiente para o solo permanecer permanentemente úmido;
- s = a estação mais seca é o verão; e
- w = a estação mais seca é inverno; mínimo de 1 mês com precipitação $<60\text{mm}$.

C ⇒ clima subtropical quente; temperatura média mensal entre -3°C e 18°C ; com as seguintes especificações:

- b = temperatura do mês mais quente $<22^{\circ}\text{C}$;
- f = sem estação seca, precipitação em todos os meses, com média mensal do mês mais seco $>60\text{mm}$;
- s = a estação mais seca é verão; e
- w = a estação mais seca é inverno; mínimo 1 mês com precipitação $<60\text{mm}$.

3.3 Solos

De acordo com o Mapa de Solos do Brasil (EMBRAPA, 1981), podem ser identificados quinze classes de solos na área da Mata Atlântica e adjacências (Figura 3.2).

Podzólicos e *Latossolos* cobrem a maior parte com 34% e 28%, respectivamente. Os solos *Gleis* ocorrem em 17% da área, enquanto os *Cambissolos* ocupam 9% (Figura 3.3 e Tabela 3.1).

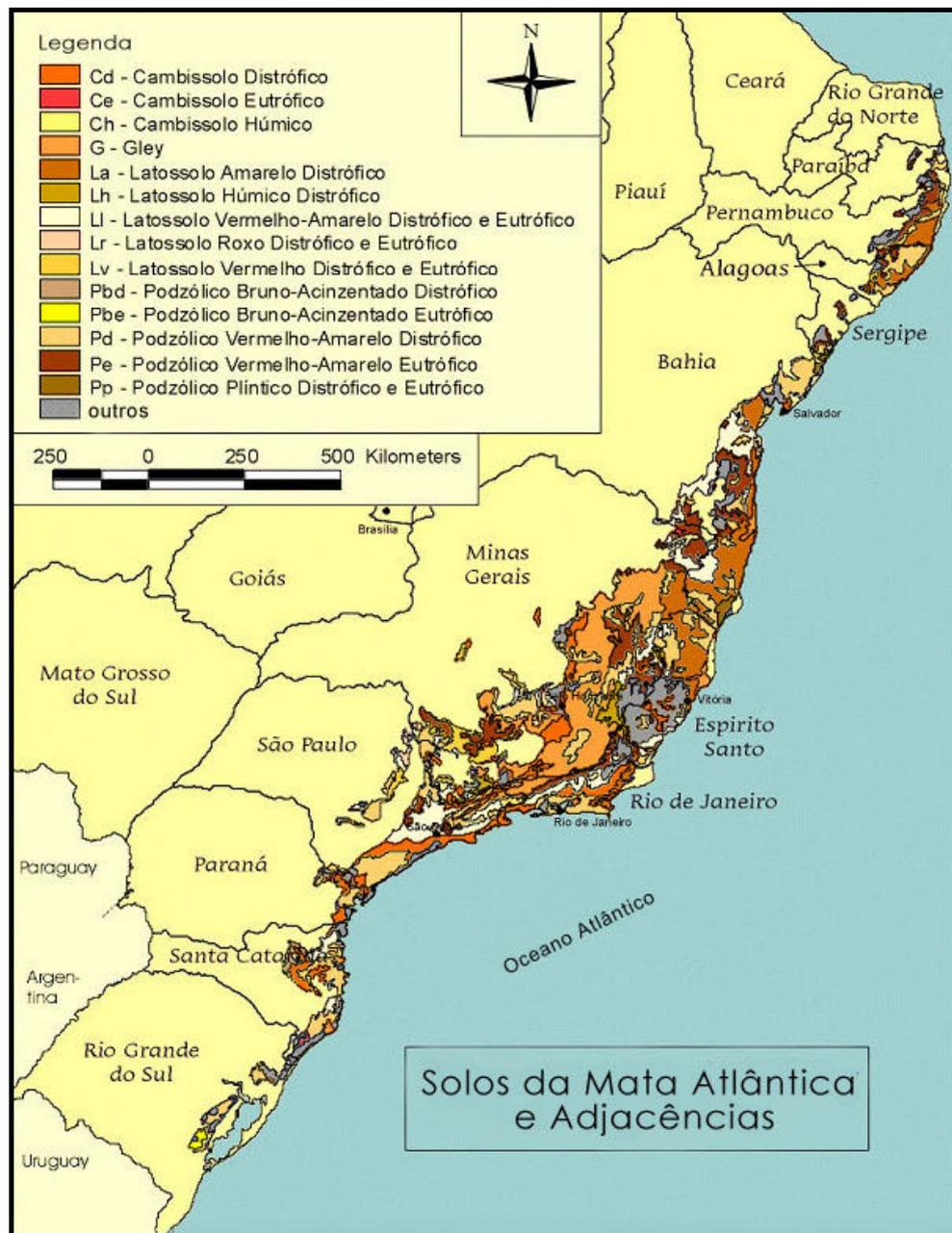


Figura 3.2. Classes de solos da Mata Atlântica e adjacências.

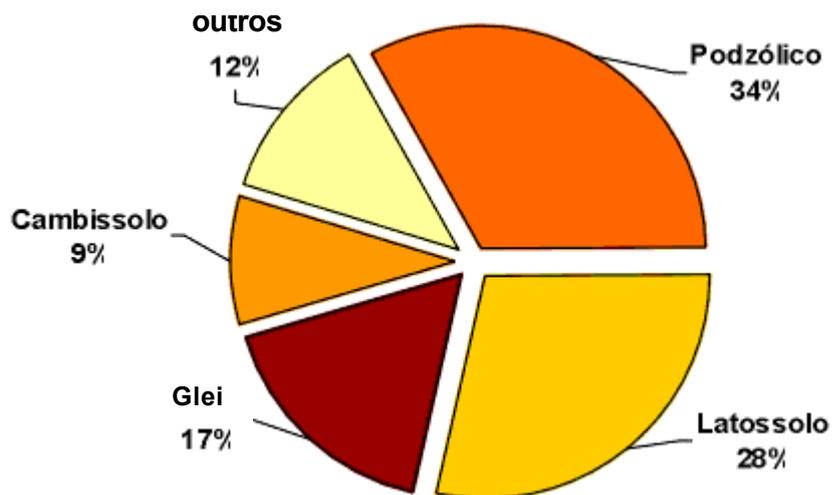


Figura 3.3. Percentual de Latossolos, Podzólicos, Cambissolos e Gleis na região da Mata Atlântica.

Tabela 3.1. Percentual das diferentes classes de solos na Região da Mata de Atlântica.

Classe de Solo	Símbolo	Área (km ²)	Ocorrência na Mata Atlântica (%)
Brunizem	B	22707	4,4
Cambissolo	C	44183	9,4
Regossolo	E	1876	0,4
Glei	G	88868	17,2
Solos Salinos	H	447	0,1
Latossolo	L	146502	28,3
Solos Brunos não Cálcidos	N	1298	0,3
Podzólico	P	170833	33,0
Areias Quartzosas	Q	5963	1,2
Solos Litólicos	R	13220	2,6
Terra Roxa Estruturada	Tr	1618	0,3
Terra Roxa Estruturada Similar	Tv	5916	1,1
Vertissolo	V	1563	0,3
Planossolo	W	4456	0,9
Podzol	Z	3673	0,7
Mata Atlântica		513 123	100,00
Brazil		8 511 180	

Fonte: EMBRAPA, 1981.

3.4 Aptidão das Terras

O conhecimento do potencial para uso agrícola das terras e sua comparação com a realidade do uso atual das terras é uma ferramenta importante para planejar o espaço rural. É essencial para o processo de planejamento das atividades o conhecimento das características ambientais e das necessidades inventariadas na fase do diagnóstico.

A aptidão das terras do Bioma Mata Atlântica compreende 14 classes, as quais são apresentadas na Tabela 3.2 e visualizadas na Figura 3.4.

Tabela 3.2. Classes de aptidão das terras do Bioma Mata Atlântica e áreas do entorno.

	Vegetação	Possível Uso Agrícola	Relevo	Textura	Drenagem	Fertilidade	Clima (Köppen)
A1	Formações litorâneas	Área de proteção	Plano e suave ondulado	Indiscriminada	Boa / mal	Muito baixa	Af, Am, Aw, Cf,
A9	Floresta perenifólia de altitude	Área de proteção e Reflorestamento	Forte ondulado a montanhoso	Argilosa	Boa a moderada	Baixa	Cf
A15	Floresta perenifólia	Área de proteção (pasto e agricultura)	Ondulado a forte ondulado	Médio a argilosa	Boa a moderada	Baixa	Af, Cf,
C3	Floresta superenifólia Cerrado	Pastagem (agricultura)	Ondulado a forte ondulado	Argilosa	Boa a moderada	Baixa a muito baixo	Cw
C4	Campestre	Pastagem (agricultura)	Plano a suave ondulado	Média e argilosa	Boa a imperfeita	Baixa a alta	Cf
C5	Floresta caducifólia	Pastagem (agricultura)	Suave ondulado a ondulado	Média e argilosa	Boa	Média a alto	Aw
C6	Floresta perenifólia e subperenifólia	Pastagem (agricultura)	Ondulado a forte ondulado	Argilosa	Boa a moderada	Baixa	Aw, Cw,
C7	Floresta perenifólia e subperenifólia	Pastagem (agricultura)	Ondulado a forte ondulado	Argilosa	Boa	Baixa a média	Cw, Cf,

C9	Floresta subcaducifólia e caducifólia	Pastagem (agricultura)	Ondulado a forte ondulado	Argilosa	Boa	Média a alta	Aw
C10	Campos de altitude	Agricultura e Pastagem	Plano e suave ondulado	Argilosa	Moderada	Média a alta	Cf
D5	Cerrado	Agricultura e Pastagem	Suave ondulado	Média e muito argilosa	Boa	Muito baixa	Aw
D8	Floresta de araucária	Agricultura e Reflorestamento	Forte ondulado	Argilosa	Boa e moderada	Baixa	Cf
D9	Campos subtropicais	Agricultura e pasto	Suave ondulado a ondulado	Argilosa	Boa	Baixa	Cf
D10	Floresta perenifólia e subperenifólia	Agricultura e Pastagem	Suave ondulado a ondulado	Argilosa	Boa	Baixa a média	Cw
D11	Floresta perenifólia e subperenifólia	Agricultura e Pastagem	Plano e suave ondulado	Argilosa e muito argilosa	Boa	Baixa	Aw
D15	Floresta perenifólia e subperenifólia	Agricultura e Pastagem	Suave ondulado a ondulado	Argilosa	Boa	Baixa a média	As
D16	Floresta subcaducifólia	Agricultura e Pastagem	Suave ondulado	Argilosa	Boa	Média	Aw
D18	Floresta subperenifólia e subcaducifólia	Agricultura e Pastagem	Ondulado a forte ondulado	Média e muito argilosa	Boa	Baixa a alta	Af, Am
D19	Floresta perenifólia e subtropical	Agricultura e Pastagem	Ondulado a forte ondulado	Média e argilosa	Boa e moderada	Baixa a alto	Cf
D22	Floresta subperenifólia	agricultura	Ondulado	Argilosa	Boa	Média a alta	Cw

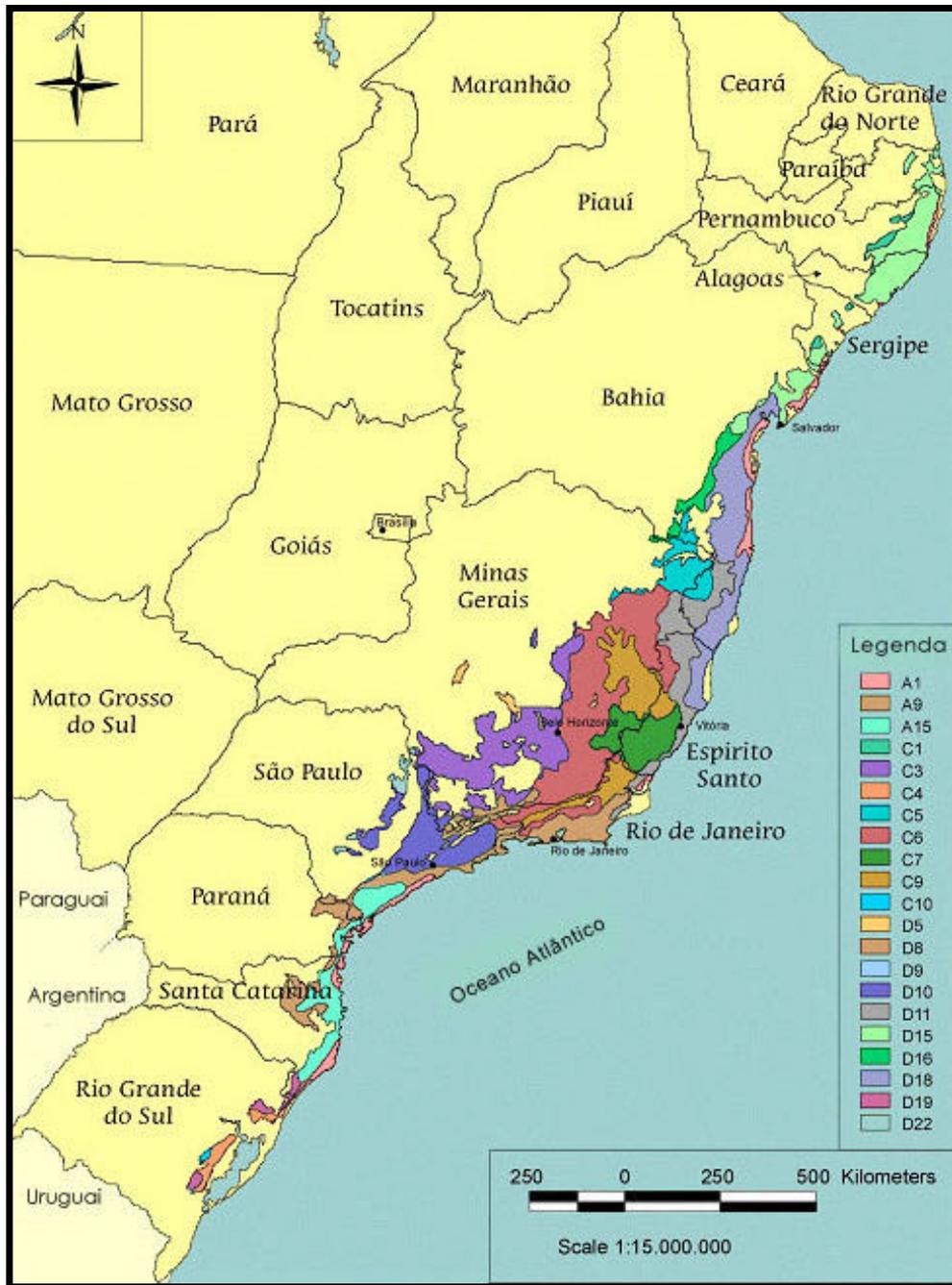


Figura 3.4. Aptidão das terras do Bioma Mata Atlântica e áreas do entorno.

3.5 Áreas Similares com Respeito a Vegetação, Solos, Relevo e Clima

3.5.1 Material e Métodos

Para determinar as áreas de condições similares na Região da Mata Atlântica foram utilizados os seguintes mapas:

1. Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE (1996);
2. Mapa de Solos do Brasil, EMBRAPA(1981); e
3. Delineamento Macro-agroecológico do Brasil, EMBRAPA(1991).

Estes mapas foram digitalizados e manipulados com apoio do Sistema Geográfico de Informação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (Imagem Geosistemas e Comércio,1995), ArcInfo e ArcView (ESRI, 1994), na *Embrapa Solos* no Rio de Janeiro, para determinar as áreas de condições similares. A escala 1:5.000.000 foi preservada durante o processo de digitalização e elaboração do mapa final.

As informações relativas à predominância dos diferentes tipos de relevo foram extraídas do Delineamento Macro-agroecológico do Brasil (EMBRAPA,1991). Como o propósito deste mapa é dar uma visão global do potencial de utilização dos solos, o mesmo não é específico bastante sobre declividade e comprimento das vertentes, portanto as classes de relevo são bastante amplas não permitindo a especificação do comprimento de rampa e desnivelamento. Não obstante, o relevo é um fator crucial para a validação dos resultados.

3.5.2 Resultados

Na Figura 3.5 as áreas representadas pela mesma coloração são semelhantes e possivelmente comparáveis. Como se mencionou anteriormente, a vegetação original, o tipo de solo e clima podem ser comparáveis, mas o relevo tem que ser verificado nos locais específicos. Todas as áreas estão inseridas dentro ou são adjacente à área que anteriormente estava coberta pela floresta litorânea úmida densa chamada Mata Atlântica. As cores diferentes das áreas representam o tipo de solo predominante que é o fator mais importante para um dos objetivos principais do projeto DESUSMO, isto é, o controle de erosão.

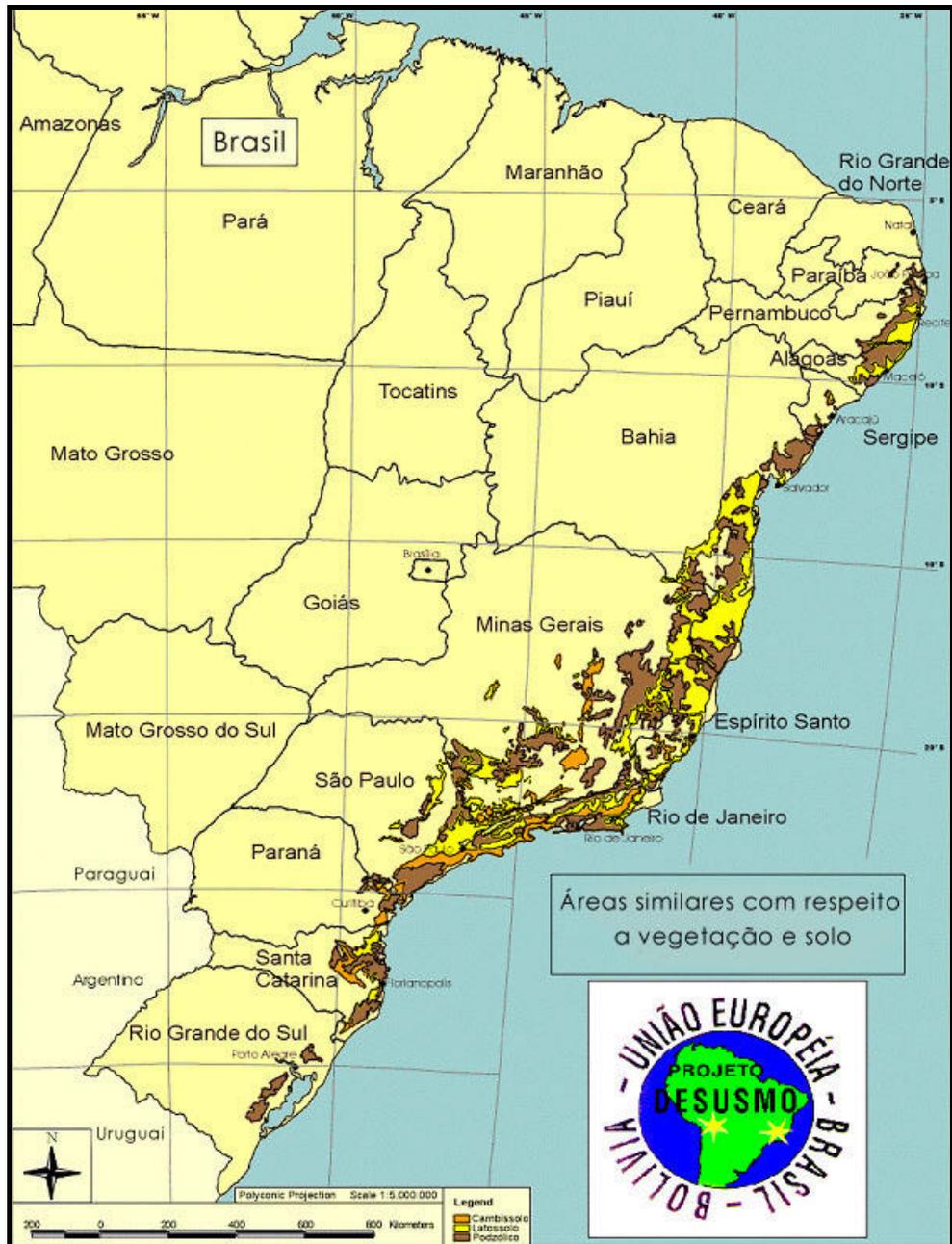


Figura 3.5. Áreas similares com respeito a vegetação, solo, relevo e clima

4 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA

José Francisco Lumbreras²
Tony Jarbas Ferreira Cunha²
Francesco Palmieri²
Lucieta Guerreiro Martorano²
Sebastião Barreiros Calderano²
Fernando César Saraiva do Amaral²
João Bosco Vasconcellos Gomes²
Waldir de Carvalho Júnior²
Luiz Mauro S. Magalhães⁵
Fátima Conceição M. Piña Rodrigues⁵
Maria Náise de Oliveira Peixoto⁶

O Município de Paty do Alferes foi selecionado por ser área representativa dentro da região montanhosa do Bioma Mata Atlântica. Está localizado entre 22°15' e 22°28' latitude sul e 43°12' e 43°30' de longitude oeste de Greenwich. Dentro do município, uma área piloto representativa, a microbacia do Córrego da Cachoeira, foi selecionada para investigação de técnicas agrícolas melhoradas em propriedades de agricultores. A área de estudo e sua localização no Estado de Rio de Janeiro são apresentadas na Figura 4.1.

4.1 Vegetação

A vegetação natural foi praticamente eliminada durante os vários ciclos de exploração agrícola. Apenas alguns fragmentos do Bioma Mata Atlântica ainda estão preservados.(Figura 4.2).

4.1.1 Material e Métodos

Com base no estudo do uso atual das terras e no mapa de cobertura de vegetação natural executado pela EMBRAPA (1996), foram selecionados dez fragmentos representativos da floresta natural para identificação do número de espécie, estrutura, diâmetro e altura dos remanescentes visando-se estudar as análises sociológicas das espécies florestais (Tabela 4.1, Anexo 1).

⁵ Professor Doutor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. UFRRJ.

⁶ Professora da Universidade Federal do Rio de Janeiro. UFRJ.



Figura 4.1. Localização da área principal de estudos



Figura 4.2. Visão Geral da Paisagem com Fragmentos de Floresta. Paty do Alferes. RJ.

Três das dez áreas representativas, foram selecionadas dentro projeto piloto da microbacia do Córrego da Cachoeira, correspondendo aos fragmentos florestais remanescentes que foram encontrados nas comunidades de Bela Vista, Campo Verde e Simpatia. Além dos fragmentos florestais das comunidades Tombo do Avelar, Granja Rio e Topo, Pesagro, Araxá, Lago Seco, Maria Carius e Palmares, as quais foram usados como áreas representativas para caracterizar a vegetação florestal natural do Município de Paty do Alferes.

Tabela 4.1. Descrição e localização dos fragmentos florestais de Paty do Alferes. RJ.

Unidade ambiental	Região	Sub-região	Relevo	Tamanho (ha)	Localização
Depressão Colinosa	Microbacia Córrego da Cachoeira	Bela Vista		1	Região Central
		Campo Verde	Forte ondulado altitude 450 a 750m	10	7482565 N 633913 E
		Simpatia		3	7520880 N 658771 E
Domínio de Serras	Palmares	Lago seco		3	7516841 N 666132 E
		Araxa	Forte ondulado a montanhoso altitude 750 a 1.200m	2 – 3	7516739 N 664521 E
		Santa Fe		2 – 3	7516347 N 662020 E
		Maria Carius		2	7530486 N 658838 E
Zona de Alinhamentos	Avelar	Granja-rio		6	7531108 N 660010 E
		Granja-topo	Forte ondulado altitude 400 A 750m	6	7531567 N 23 660218 E
		Pesagro		4 – 5	7527268 N 663148 E
		Tombo do Avelar		8	7531142 N 663775 E

4.1.2 Resultados

Durante o trabalho de campo, foram examinadas um total de 1.350 árvores e 130 espécie foram identificadas. Os resultados mostram que a região pertence à floresta tropical úmida típica do Bioma Mata Atlântica Montanhoso. Trinta e quatro por cento dos gêneros identificados são exclusivamente espécies da Mata de Atlântica. Na região estudada, as famílias mais comuns são: *Leguminosae*, *Verbenaceae*, *Sapindaceae*, *Flacourtiaceae*, *Tiliaceae*, *Nyctaginaceae*, *Rutaceae*, *Polygonaceae*, *Solanaceae* e *Moraceae*. A família

Leguminosae é a dominante. Dez espécies mostram maiores índices de importância - IVI, e correspondem a 53% do total de árvores identificadas. As espécies identificadas nos fragmentos florestais estão listadas no Apêndice 1.

O impacto antropogênico associado às características geo-ambientais permitiu agrupar os fragmentos florestais em quatro formações distintas:

Grupo A - Floresta Tropical Úmida de Encostas sob Baixo Impacto de Antropogênico.

Dentro desta formação foram incluídos os fragmentos florestais Maria Carius, Santa Fé, Araxá e Palmares, do geoambiente Serrano - com altitudes entre 750 e 1.200m. As seguintes espécies representativas foram identificadas: *Cupania concolor*, *Rudge sp.*, *Amaioua Guianense*, *Cabrela canjerna*, *Rapanea* e *Laplacea fruticosa*. Estas espécies são típicas da Floresta Atlântica Tropical Úmida de encostas que ocorre em altitudes entre 500 e 1.500m (IBGE 1976)

Grupo B - Transição Floresta Tropical Úmida de encosta & Floresta Montana Decídua sob Moderado Impacto Antropogênico.

Este grupo é formado pelos fragmentos florestais Granja-rio, Granja-topo e Pesagro nos quais, durante a estação seca, a maioria das árvores perdem suas folhas. As seguintes espécies representativas da floresta tropical decídua foram encontradas: *Apuleia leiocarpa*, *Luehea divaricata*, e algumas espécies de *Piptadenia* e de *Parapiptadenia*. Este grupo mostra muito baixos valores de diversidade devido ao alto grau de degradação.

Grupo C - Floresta Montana Decídua sob Moderado Impacto Antropogênico.

Esta formação ocorre ao acaso e pode ser observada em diferentes altitudes e caracterizada climaticamente através de uma estação chuvosa seguida por uma estação seca muito prolongada. É dominado pelos gêneros: *Parapiptadenia*, *Pelthophorum*, *Anadenanthera* e *Apuleia*. Este tipo de floresta ocorre no geoambiente Zona de Alinhamento e compreende os fragmentos florestais Tombo do Avelar e Granja-topo.

Grupo D - Floresta Tropical Úmida sob Forte Impacto de Antropogênico.

Este grupo é formado pelo fragmento florestal Campo Verde. A sua caracterização é muito difícil devido ao uso intensivo das terras no passado e no presente. Dentro deste fragmento, ocorre um grande número de *Machaerium nictitans* e *Sorocea bomplandii* que mostram excelente regeneração. A presença de espécies florestais colonizadoras, como *Piptadenia gonoacantha*, que favorece o aparecimento de espaços abertos, também é típico.

Grupo E - Floresta Residual sob Muito Forte Impacto Antropogênico.

Este grupo é formado pelos fragmentos florestais Simpatia e Bela Vista que ocorrem no geo-ambiente Mar de Morros, assim, como pelo fragmento Lago Seco

do geoambiente Serrano. Todos os fragmentos refletem em sua composição forte atividade humana.

4.1.3 Conclusão

- A perda e índices de diversificação foram semelhantes à perda de uma floresta com um grau muito alto de degradação;
- todos os fragmentos florestais analisados estão muito degradados para recuperação natural, portanto, há uma necessidade de ações governamentais para sua recuperação; e
- para recuperação destes fragmentos remanescentes é necessário preservá-los como um banco de espécies florestais da Mata Atlântica.

4.2 Clima

4.2.1 Material e Métodos

Em agosto de 1995, uma estação hidrometeorológica (EHM) foi implantada (Figura 4.3) em uma área cedida por um agricultor da comunidade de Vista de Bela. A estação hidrometeorológica está localizada uma altitude de 560m, latitude de 22°24' sul e longitude de 43°27' oeste.



Figura 4.3. Estação hidro-meteorológica. Bela Vista. Município de Paty do Alferes-RJ.

A EHM compreende uma área de 6 x 10m e é composta de um pluviógrafo semanal, um pluviômetro diário Tipo Ville Paris, um tanque evaporizador Classe A, termômetros de máxima e mínima, termômetros úmidos e secos, e um abrigo meteorológico Classe-3. Além

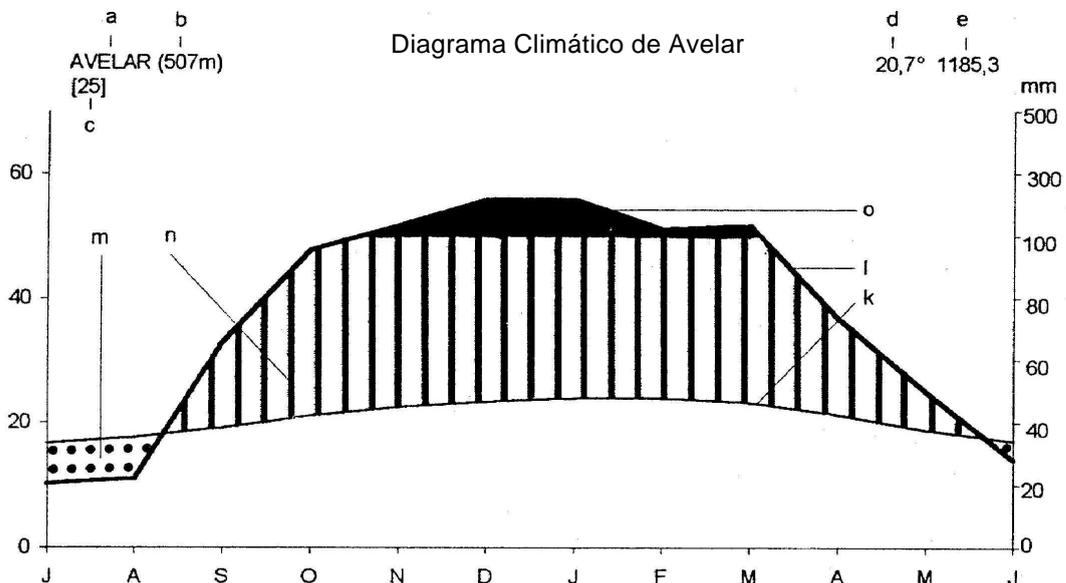
disso, estações pluviográficas foram implantadas nas diversas parcelas de erosão localizadas nas propriedades dos agricultores. Dados do período entre 1971/1997 da Estação de Observação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET também foram usados. A Estação do INMET está localizada no Campo Experimental da PESAGRO-RIO no Distrito de Avelar à latitude de 22°21' sul, longitude de 43°25' oeste e a 507m de elevação.

Os dados diários gerados pelas estações meteorológicas, como também do tanque de evaporação e das estações pluviográficas, foram armazenados em formas apropriadas e foram transferidos a um banco de dados hidrometeorológico. Os fazendeiros locais foram treinados para monitorar e cuidar dos equipamentos meteorológicos e das estações.

4.2.2 Resultados

Avelar

A temperatura média anual em Avelar é 20,7°C, variando de 24,0°C em fevereiro a 16,5°C em julho. As temperaturas máxima e mínima variam de 38,4°C e 1,1°C, respectivamente. A evapotranspiração potencial anual é 1.070mm, variando de 135mm (janeiro) para 45mm (julho). A precipitação média anual é 1.196mm; o trimestre chuvoso é novembro/dezembro/janeiro com 575mm, e o mais seco é junho/julho/agosto com 74,7mm. O clima de acordo com a classificação de Köppen insere-se dentro da tipo Cw. Este é um clima temperado onde a média do mês mais frio é <18°C e o período mais seco ocorre nos três meses de inverno com precipitação <60mm. Figura 4.4 mostra um diagrama do clima do Distrito de Avelar.



- a= estação, b= altitude, c= n° de anos de observação, d= temperatura média anual
 e= precipitação média anual, k= curva da temperatura média mensal,
 l= curva da precipitação média mensal, m= período seco, n= período úmido,
 o= precipitação média acima de 100mm (1:10)

Figura 4.4. Diagrama climático de Avelar.

Bela Vista

A temperatura média anual em Bela Vista é 21,5°C e variando de 24,3°C em fevereiro a 16,6°C em julho. A temperatura absoluta máxima é 33,5°C e a mínima 4,8°C. A evapotranspiração potencial anual é 1.062mm e varia entre 136mm (janeiro) e 42mm (julho). A precipitação anual é 1.282mm; o trimestre mais chuvoso é novembro/dezembro/janeiro com 693mm, e o mais seco é junho/julho/agosto com 44,3mm. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é Cw (temperado, a média do mês mais frio é <18°C e o período mais seco ocorre no inverno, com precipitação <60mm).

4.3 Estudo Detalhado dos Solos da Microbacia Córrego da Cachoeira

A identificação e o mapeamento de solos em Paty do Alferes incluiu duas partes distintas. A primeira parte foi elaboração de um mapa de solos detalhado da microbacia do Córrego da Cachoeira, em escala 1:10.000 (Anexo 2), a segunda parte compreendeu a elaboração de um mapa semi-detalhado, em escala 1:20.000, do Município de Paty do Alferes (Anexo 3).

4.3.1 Material e Métodos

A microbacia Córrego da Cachoeira tem uma área de 1.070ha e foi selecionada para implantação dos locais de pesquisa nas propriedades dos agricultores devido a sua representatividade em termos de características ambientais, o que permite a extrapolação dos resultados das pesquisas para áreas semelhantes do Bioma Mata Atlântica. O mapa detalhado de solos foi um trabalho essencial para a caracterização e identificação de características morfológicas, físicas e químicas das terras sob uso agrícola, como também para monitoramento do manejo e produtividade de um modo sustentável. Os solos foram identificados e mapeados no campo, através de transectos. Os limites dos solos foram averiguados nas paisagens ao longo de suas ocorrências e fotografias aéreas foram usadas como ajuda para o delineamento dos limites dos diferentes tipos de solos.

4.3.2 Resultados

A pesquisa permitiu identificar e mapear as seguintes classes de solos: Latossolo Amarelo álico, Latossolo Vermelho-Amarelo Podzólico distrófico, Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico, Podzólico Vermelho-Escuro eutrófico, Cambissolo distrófico e Cambissolo Gleico distrófico, Gleí Pouco Húmico distrófico e eutrófico e Solos (Tabela 4.2).

Tabela 4.2. Símbolos, classes de solos e área de cada unidade de mapeamento.

Símbolo	Classe de Solos	Area (ha)	%
LAa	Latossolo Amarelo álico, A moderado e proeminente, textura argilosa, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado e ondulado.	216	20, 1
PEe	Podzólico Vermelho Escuro eutrófico Tb, A chernozêmico, textura argilosa, fase floresta tropical tropical subcaducifólia, relevo ondulado	3	0, 3
PVd1	Associação Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico , textura de medium/argilosa + Podzólico Vermelho Escuro eutrófico, textura argilosa ambos Tb, A moderado e proeminente, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado	44	4, 1
PVd2	Associação Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico, A proeminente ,textura media/argilosa + Podzólico Vermelho Escuro eutrófico, A moderado, textura argilosa, ambos Tb, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado e montanhoso	134	12, 5
PVld	Associação Podzólico Vermelho-Amarelo latossólico, textura media/argila + Latossolo Vermelho-Amarelo podzólico, textura argilosa ambos distróficos, A moderado e proeminente, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado	349	32, 6
Cd1	Associação Cambissolo, textura média e argilosa substrato gneiss + Podzólico Vermelho-Amarelo, textura media/argilosa, ambos Tb e distróficos, A moderado fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado e montanhoso	42	3, 9
Cd2	Associação Cambissolo, textura média e argilosa substrato gneiss o + Podzólico Vermelho-Amarelo, textura media/argilosa, ambos Tb e distróficos, A moderado fase floresta tropical subcaducifólia , relevo forte ondulado e montanhoso, ligeiramente pedregoso	48	4, 5
Cd3	Associação Cambissolo + Cambissolo Gleico, textura média e argilosa, ambos Tb e distróficos , A moderado substrato sedimentos colluvial-aluviais, fase floresta tropical subperenifólia de várzea relevo plano.	127	11, 8
GPd	Associação Glei Pouco Húmico distrófico + Glei Pouco Húmico eutrófico ambos Tb, A moderado, textura media e argilosa, fase floresta tropical perenifólia higrófila de várzea relevo plano.	109	10, 2

4.4 Estudo semi-detalhado dos solos do Município de Paty do Alferes

4.4.1 Material e Métodos

O primeiro passo do trabalho consistiu na elaboração da legenda preliminar dos solos para a identificação e conceituação das diferentes unidades a serem mapeadas. A execução desta etapa compreendeu observações em campo das características morfológica dos solos e sua correlação com a geologia, relevo, clima e vegetação da área através caminhamento em transectos nas diferentes paisagens representativas. Depois de se correlacionar as

características morfológicas com os aspectos ambientais, foi elaborada uma legenda de mapeamento para prover a composição das unidades de mapeamento.

Durante os trabalhos de mapeamento dos solos, cada unidade delimitada foi estabelecida através observações de campo e com apoio de interpretação de fotografias aéreas 1:20.000. Os limites das unidades cartográficas foram verificados localmente e/ou através de transectos cruzando áreas representativas. Então, as fotografias aéreas interpretadas e mapeadas foram transferidas para um mapa topográfico em escala 1:20.000. Os perfis de solo foram descritos e coletados em trincheiras recentemente abertas.

Um total de 70 perfis de solo completos e 130 perfis complementares foram coletados e descritos para caracterização das classes de solos das unidades de mapeamento identificadas. Os perfis de solo coletados foram enviados para os laboratórios da Embrapa Solos para caracterização das propriedades químicas, físicas e mineralógicas.

4.4.2 Resultados

Na área de estudo ocorre um grande número de classes de solos o que reflete a grande variabilidade das paisagens e do material de origem dos solos. Também há uma ocorrência expressiva de classes de solos intermediários. O mapa semi-detalhado consiste de 22 unidades de mapeamento. Elas foram subdivididas em função das classes de drenagem, erosão, rochiosidade, vegetação, substrato e relevo (Anexo 3).

As principais classes de solos observadas na área foram: Latossolo Vermelho-Escuro; Latossolo Vermelho-Escuro raso e câmbico; Latossolo Vermelho-Amarelo podzólico e câmbico; Latossolo Vermelho-Amarelo; Latossolo Amarelo; Podzólico Vermelho-Escuro; Podzólico Vermelho-Amarelo; Podzólico Vermelho-Amarelo latossólico; Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico; Podzólico Vermelho-Amarelo fase terraço; Cambissolo substrato gneiss e migmatito; Cambissolo e Cambissolo gleico fase substrato sedimentos coluviais-aluviais; Gleí Húmico, Gleí Pouco Húmico e Litossolos. Inclusões, tais como: Planossolo gleico e Solos Aluviais gleicos também ocorrem (Tabelas 4.3 e 4.4).

As classes de solo estão distribuídas dentro de três unidades ambientais principais (Anexo 4), tais como:

- Região Serrana (**DS**): Esta unidade ambiental compreende 30% da área total. Todas os solos mostram conteúdo muito alto de alumínio trocável e há uma predominância de Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo, Cambissolo e classes de solos intermediárias.
- Depressão Colínosa (**DC**): Esta unidade ambiental compõe 50% de área total. Os solos são álicos e distróficos, ocorrendo uma predominância de Podzólico Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo e classes de solos intermediárias.
- Zona de Alinhamento (**ZA**): Esta unidade ambiental compõe 20% de área total. Todas os solos apresentam conteúdo muito alto de nutrientes. Predomina o Podzólico Vermelho-Escuro que ocorre associado a Cambissolos.

Tabela 4.3. Principais características das unidades de mapeamento (textura, fertilidade, solum, uso atual, vegetação).

Unidade de mapeamento	Componentes principais	Textura	Fertilidade	Solum (cm)	Uso da terra	Vegetação
LEa1	LE + LV	Argilosa	Baixa	> 200	Pasto e horticultura	Floresta tropical subperenifólia
LEa2	LE pp + LV pp	Argilosa	Baixa	100 a 200	pasto	Floresta tropical subperenifólia
LEa3	LE pp + LEc	Argilosa	Baixa	90 a 200	Pasto e horticultura	Floresta tropical subperenifólia
LVca	LVC + Lec	argilosa	Baixa	75 a 150	Pasto	Floresta tropical cubcaducifólia
LAA1	LA	Argilosa	Baixa	> 200	Pasto e horticultura	Floresta tropical subcaducifólia
LAA2	LA	Argilosa	Baixa	> 200	Pasto e horticultura	Floresta tropical subperenifólia
PEd1	PE + PV	Média/argilosa	Média / Baixa	150 > 200	Pasto e horticultura	Floresta tropical subcaducifólia
PEd2	PE + PV	Média/argilosa	Médio/ Baixa	100 a 200	Pasto	Floresta tropical subperenifólia
PEe1	PE + PV	Média/argilosa	Média	150 > 200	Pasto	Floresta tropical subcaducifólia
PEe2	PE + PV	Média/argilosa	Média	150 a >200	Pasto	Floresta tropical subcaducifólia
PEe3	PE + PVc + C	Média/argilosa e argilosa	Média	50 a 200	Pasto	Floresta tropical subcaducifólia
PVd1	PV + LVC	Média/argilosa e argilosa	Média / Baixa	150 > 200	Pasto e horticultura	Floresta tropical subcaducifólia
PVd2	PV + LVC	Média/argilosa e argilosa	Média / Baixa	75 a 200	Pasto	Floresta tropical subcaducifólia
PVla1	PVI + LVP	Média / argilosa e Argilosa	Baixa / Média	> 200	Pasto e horticultura	Floresta tropical subcaducifólia
PVla2	PVI + LVP	Argilosa	Baixa / Média	> 200	Pasto e horticultura	Floresta tropical subcaducifólia
Ca1	C + LVC	Argilosa e média	Baixa	50 a 100	Pasto	floresta tropical subperenifólia
Ca2	C + LVC	Argilosa e média	Baixa	50 a 100	Pasto	Floresta tropical subperenifólia
Cd1	C + PV	Média e media/argilosa	Média / Baixa	50 a 100	Pasto	Floresta tropical subcaducifólia
Cd2	C + PV	Média e media/argilosa	Média / Baixa	50 a 100	Pasto	Floresta tropical subcaducifólia
Ce	C + Cg + PV	Média e muito argilosa	Baixa	100 a 200	Pasto e horticultura	Floresta tropical subperenifólia de várzea
GPd	GP + GH	Média e muito argilosa	Média / Baixa	-	Pasto e horticultura	Vegetação Hidrófila
AR	Aflorameto de rocha	-	-	-	-	-

Tabela 4.4. Principais características das unidades de mapeamento(declividade, suscetibilidade a erosão e forma de terreno).

Unidade de Mapeamento	Componentes principais	Declividade (%)	Suscetibilidade a erosão	Forma de Terreno
LEa1	LE + LV	30 - 45	Moderada	Forte ondulado com rampas convexas e longas (DS)
LEa2	LE pp + LV pp	25 - 35	Moderada	Forte ondulado com rampas lineares (DS)
LEa3	LE pp + LEc	45 - 55	Forte	Montanhoso com rampas longas e lineares (DS)
LVca	LVc + LEc	50 - 60	Muito forte	Montanhoso com rampas longas, concavas e altamente dissecadas (DS)
LAa1	LA	5 - 15	Ligeira	Topos aplainados e suave ondulado (DC)
LAa2	LA	5 - 15	Ligeira	Topos aplainados e suave ondulado (DC)
PEd1	PE + PV	20 - 35	Moderada / Forte	Forte ondulado com rampas curtas e convexas (ZA)
PEd2	PE + PV	45 - 60	Muito forte	Montanhoso com rampas longas, lineares e dissecadas (DS)
PEe1	PE + PV	15 - 35	Forte	Forte ondulado com rampas lineares e dissecadas (ZA)
PEe2	PE + PV	30 - 45	Muito forte	Forte ondulado com rampas longas lineares e dissecadas (ZA)
PEe3	PE + PVc + C	45 - 60	Extremamente forte	Montanhoso com rampas longas e concavas e altamente dissecadas (ZA)
PVd1	PV + LVc	20 - 30	Moderada	Forte ondulado com rampas côncavo-convexas (DC)
PVd2	PV + LVc	20 - 45	Muito forte	Forte ondulado com rampas lineares e dissecadas (DC)
PVla1	PVI + LVp	20 - 35	Moderada/Forte	Forte ondulado com rampas curtas e convexas (DC)
PVla2	PVI + LVp	30 - 45	Forte	Forte ondulado com rampas longas e convexas (ZA)
Ca1	C + LVc	45 - 55	Muito forte	Montanhoso com rampas concavas e muito dissecadas (DS)
Ca2	C + LVc	50 - 60	Extremamente forte	Montanhoso com rampas muito dissecadas (DS)
Cd1	C + PV	50 - 60	Extremamente forte	Montanhoso com rampas longas concavas e muito dissecadas (DS)
Cd2	C + PV	50 - 60	Extremamente forte	Montanhoso com rampas muito dissecadas (DC)
Ce	C + Cg + PV	2 - 6	Ligeira	Terraços altos planos / suave ondulado (T)
GPd	GP + GH	0 - 2	Nula/Ligeira	Terraços baixos e planos (T)
AR	Afloramento de rocha	> 75	-	Maçãos rochosos (DS)

4.5 Uso Atual das Terras da Microbacia Córrego da Cachoeira

A pesquisa de uso atual das terras foi um trabalho essencial para a caracterização e identificação dos sistemas de agricultura em uso, práticas de manejo e conservação de solo e água utilizados, identificação e caracterização dos fragmentos florestais. Essencial foi, também, a seleção de locais representativos para implantação de unidades de pesquisas nas propriedades dos produtores rurais.

A identificação e o mapeamento incluíram duas partes distintas:

- 1) A elaboração de um mapa de uso das terras da microbacia do Córrego da Cachoeira, em escala 1:10.000 e,
- 2) A elaboração de um mapa de uso das terras do município de Paty do Alferes, em escala 1:20.000.

4.5.1 Material e Métodos

Os diversos tipos de uso atual das terras foram identificados no campo através intensivos transectos. Os limites observados ao longo de caminhamentos foram transferidos para um mapa topográfico em escala 1:10.000, fotos aéreas foram também utilizadas para ajudar no delineamento dos limites entre os diversos usos (Anexo 5).

4.5.2 Resultados

Foram reconhecidos treze tipos de uso atual das terras (Tabela 4.5). As áreas com pastagem são as mais extensas, cobrindo 546ha, que correspondem a 51% da área total. Isto é devido ao cultivo itinerante, prática comum entre os olericultores da região. Após usar a terra durante dois ou três anos com horticultura, a terra é deixada em pousio/pastagem por aproximadamente cinco anos.

Durante o período de pousio, a terra é normalmente usada como pastagem para pecuária leiteira. A área sob vegetação florestal representa 21% da área total e normalmente está localizada ao longo de cursos de água e/ou escarpas. A área com horticultura compreende 225ha e corresponde 12% da área total.

Tabela 4.5. Uso das terras da Microbacia Córrego da Cachoeira. Paty do Alferes-RJ.

Tipo de uso de terra	Área	
	ha	%
Horticultura (tomate & outros legumes)	128,08	11.97
Fragmentos florestais	223,52	20.89
Pastagem não degradada	337,80	31.57
Pastagem degradada	194,95	18.22
Capoeira	59,49	5.56
Eucalipto	4,60	0.43
Terraços – Planícies de Inundação	73,94	6.91
Capoeira + Fragmentos Florestais	10,81	1.01
Pastagem não degradada + Horticultura	20,76	1.94
Pastagem não degradada + Pastagem Degradada	10,38	0.97
Capoeira + Horticultura	1,93	0.18
Escolas Primárias	0,11	0.01
Açudes	3,64	0.34
Total	1.070,00	100

4.6 Uso Atual das Terras do Município de Paty do Alferes

4.6.1 Material e Métodos

O material cartográfico usado compreendeu fotografias aéreas do ano de 1996 (escala 1:20.000), mapa topográfico com curvas de nível de 10 metros (escala 1:20.000), e imagem de LANDSAT 5 TM em formatos digitais e analógicos (órbita 217/76N) de 16 de julho de 1995.

As imagens de satélite foram usadas em formato digital para gerar uma imagem da área em composição colorida nas bandas 3, 4 e 5, em escala 1:50.000, com ajustes e filtragem para melhor caracterização da cobertura de vegetal dos solos. A composição colorida usada para este trabalho compreendeu banda 3 em azul, banda 4 em verde e banda 5 em vermelho. Nesta composição, a vegetação aparece em diferentes nuanças de verde. A vegetação menos densa com índice de biomassa menor aparece com coloração verde claro; a vegetação mais densa com coloração verde escuro e as áreas com reflorestamento com coloração verde muito escuro.

Ressaltamos, porém, que a imagem de satélite (1:50.000) forneceu informação de qualidade mais baixa do que aquela obtida pelas fotografias aéreas (1:20.000). Isto foi, principalmente, devido a três fatores:

- baixa resolução da imagem de satélite (pixels de 30m) comparada à resolução das fotografias aéreas;
- pequeno contraste entre as áreas de olerícolas e de pastagem, até mesmo com ajuste e filtração executado com o programa SPRING. O pequeno contraste foi em parte devido à pequena dimensão das áreas de olerícolas, as quais ocupam alguns pixels; e
- baixo ângulo de iluminação da cena devido ao baixo ângulo de iluminação solar em julho. Várias áreas aparecem sombreadas, devido à topografia montanhosa.

A primeira etapa compreendeu interpretação das fotografias aéreas. Numa segunda etapa, foram feitos transectos de campo para identificar os padrões selecionados. A cartografia foi executada através de investigações intensivas de campo. A última etapa compreendeu a transferência das informações obtidas no campo para um mapa em escala 1:20.000. Após esta transferência, o mapa foi digitalizado através de um sistema de informação geográfico (GIS) e processado por meio de um banco de dados (Anexo 6).

4.6.2 Resultados

Grande parte da área, aproximadamente 56,2%, encontra-se com pastagem de muita baixa qualidade, sendo que a maior parte já tinha sido usada com horticultura intensiva, cujo sistema de cultivo deixa a terra completamente degradada. Muitos sulcos de erosão apresentam profundidade superior a um metro, e em vários locais é possível ver os horizontes de sub-superfície à superfície da terra (Figuras 4.5 e 4.6).



Figura 4.5. Sulco de erosão com mais de um metro de profundidade causado pela erosão no caminho de colheita.



Figura 4.6. Caminhos de colheita em uma área preparada para plantação de tomates.

A horticultura ocupa 3,1% da área total do município. Esta atividade agrícola é uma ameaça ao meio ambiente, devido ao sistema tradicional utilizado pelos agricultores ser itinerante e associado ao preparo do terreno morro abaixo. Em geral, os fazendeiros usam a terra com horticultura durante aproximadamente dois anos, e depois, então, eles deixam a terra descansar por aproximadamente 5 anos antes que seja novamente usada com horticultura.

Não há nenhum fragmento de floresta virgem no município de Paty do Alferes. A maioria dos fragmentos florestais é de segundo ou terceiro crescimento e normalmente estão localizados em áreas muito íngremes e/ou escarpas. Estes fragmentos ocupam 13,8% da área de município. As categorias de uso das terras identificadas estão listadas na Tabela 4.6.

4.7 Aptidão das Terras do Município de Paty do Alferes

O estado atual do meio ambiente foi examinado para identificar as qualidades agroambientais das terras. Áreas que precisam ser preservadas, áreas utilizáveis para culturas anuais e perenes, áreas adequadas para pastagens e para sistemas de agroflorestais. Também, foram identificadas áreas com grau de degradação avançado, especialmente para a proteção de nascentes e florestas ciliares.

Tabela 4.6. Tipos de uso atual das terras do município de Paty do Alferes. RJ.

Uso atual das terras	Área	
	(ha)	%
Floresta	4.498,22	13,83
Capoeira	1.528,99	4,70
Área urbana	651,08	2,00
Área rural-urbana	259,34	0,79
Eucalipto	1.598,56	4,91
Pastagem não degradado	18.291,83	56,24
Pasto degradado	4.274,40	13,14
Horticultura	1.018,10	3,13
Fruteiras	2,83	0,01
Horticultura + Pastagem	155,99	0,48
Pastagem, + Horticultura	144,68	0,44
Aviário	10,87	0,03
Terraços - planícies de inundação	90,70	0,28
Total	32.525,60	100,00

4.7.1 Material e Métodos

Uma adaptação da metodologia de avaliação de aptidão agrícola das terras (Ramalho Filho & Beek, 1994) foi utilizada para avaliar o uso potencial das terras de Paty do Alferes.

O sistema avalia graus de limitação (divergências) de cinco parâmetros sensíveis às qualidades de ecossistema como: Fertilidade Natural, Deficiência de Água, Excesso de Água; Suscetibilidade a Erosão e Impedimento ao uso de implementos agrícolas. Depois de definir os graus de limitação, foi levada em conta a viabilidade de redução dos problemas identificados para cada parâmetro de acordo com o nível de manejo e finalmente uma tabela de conversão foi usada para determinar as classes de aptidão em: Boa, Regular, Restrita ou Inapta de cada um dos componentes das unidades de mapeamento constantes no mapa de solos (escala 1:20 000; Anexo 5).

4.7.2 Resultados

O estudo levou em consideração a qualidade das terras e as propriedades dos solos para fruteiras arbóreas, horticultura e pastagem para os 280km² do Município de Paty do Alferes na escala de 1:20.000. Na Tabela 4.7 e na Figura 4.7 são apresentadas as classes de aptidão das terras do estudo do Município de Paty do Alferes.

Tabela 4.7. Classes de aptidão das terras do Município de Paty do Alferes, RJ.

Símbolo	Aptidão			Área	
	Horticultura	Fruteiras	Pastagem	Hectare	%
1 OFP	Boa	Boa	Boa	5193	16
2 ofP	Regular	Regular	Boa	7908	24
2(o)fp	Restrita	Regular	Regular	506	2
3(of)p	Restrita	Restrita	Regular	3193	10
3(f)p	Inapta	Restrita	Regular	6105	19
4(p)	Inapta	Inapta	Restrita	2490	8
5	Inapta	Inapta	Inapta	7049	21

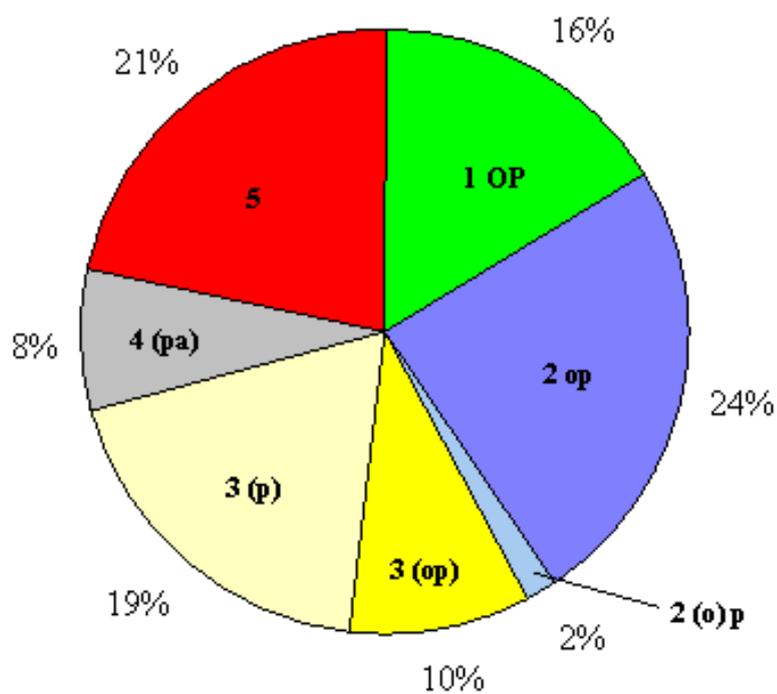


Figura 4.7. Distribuição das classes de aptidão das terras do município de Paty do Alferes, RJ.

5 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

Sergio Gomes Tôsto²

Carlos U. Leon Velardes⁷

Neli do Amaral Meneguelli²

Lauro Charlett Pereira²

Waldonier Lima⁸

Luiz Flávio Autran Monteiro Gomes⁹

5.1 Caracterização Socioeconômica da Microbacia do Córrego da Cachoeira

O conhecimento das condições socioeconômicas dentro de comunidades agrícolas é uma condição prévia para o desenvolvimento de sistemas de agricultura sustentáveis.

5.1.1 Material e Métodos

Para a caracterização socioeconômica, foram entrevistados 42 produtores rurais da microbacia. O questionário continha 100 itens, compreendendo:

- identificação do produtor;
- tamanho da propriedade;
- propriedade da terra;
- distância entre a propriedade e o mercado de comercialização;
- atividade principal na propriedade;
- tamanho do plantel de gado;
- análise de solo e adubação;
- preparo do terreno com tração animal (bois) ou tratores;
- uso de agroquímicos;
- assistência técnica;
- crédito rural;
- experiência do produtor rural;
- tipo de culturas cultivadas, rendimentos e tamanho da área cultivada,

⁷ Consultor da Red Internacional de Metodologias de Investigacion de Sistemas de Produccion-RIMISP.

⁸ Extensionista do Escritório Local de Paty do Alferes, RJ. EMATER-RIO.

⁹ Professor Doutor da Universidade Federal Fluminense. UFF.

- força de trabalho, implementos agrícolas e máquinas;
- irrigação;
- uso de fogo para limpar o terreno; e
- manejo do solo e práticas de conservação.

5.1.2 Resultados

Os dados obtidos foram tabulados e analisados por métodos estatísticos simples. A pesquisa mostrou que 65% dos produtores são proprietários e que 35% são parceiros ou arrendatários. O tamanho das propriedades rurais varia de 2 hectares até 480 hectares. Apesar da maior parte da área estar com pastagem, a atividade econômica principal é horticultura, sendo o tomate a cultura mais importante. A pesquisa também mostrou que há uma grande flutuação de preços, falta de associação de produtor e agroindústrias, altos custos de produção, comercialização ineficiente e a falta de crédito rural.

O preparo do terreno normalmente é feito com trator de arado de discos, morro abaixo, e poucos produtores usam tração animal para preparar o solo (Figura 5.1). Este tipo de preparo de solo promove uma erosão intensa e, normalmente, a camada arada é arrastada pelas águas das chuvas para rios e represas, provocando assoreamento dos mesmos.

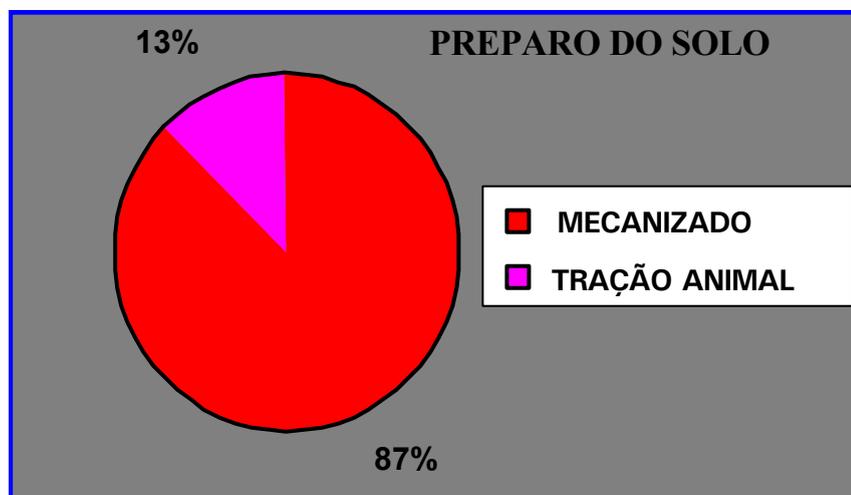


Figura 5.1. Preparo do solo.

Fertilizantes, calcáreo e pesticidas são usados por todos os produtores de olericultura, na maioria das vezes sem qualquer orientação técnica (Figura 5.2 e Figura 5.3). É muito comum usar inseticidas e fungicidas apenas orientados pelos folhetos de fabricantes. Portanto, há uma necessidade de controlar as doses e frequência de aplicação, como também o uso de roupas protetoras pelos produtores rurais, como: máscaras, botas, luvas, etc.

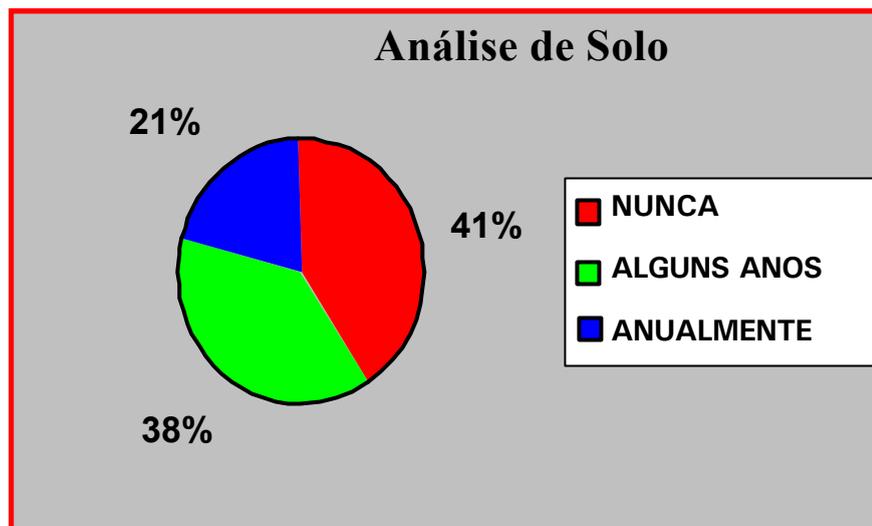


Figura 5.2. Análise de solos

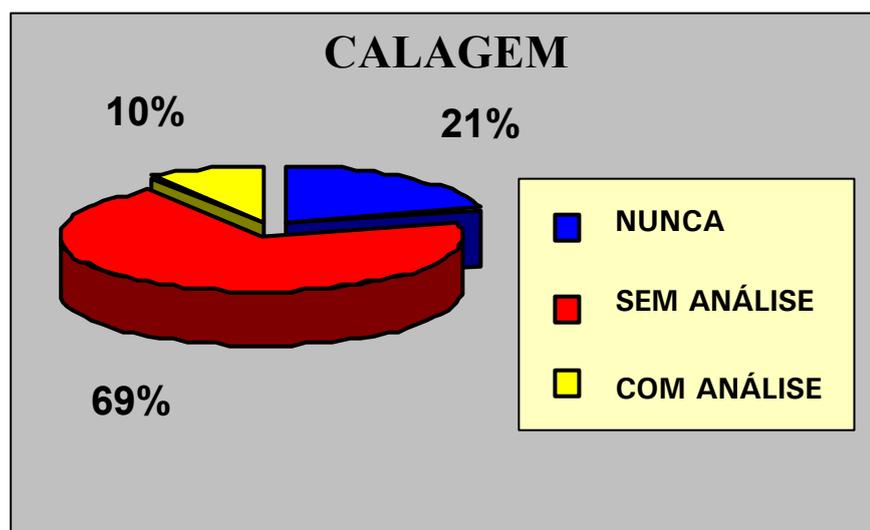


Figura 5.3. Uso de calcáreo.

Irrigação é uma prática comum, mas sem nenhuma assistência e/ou orientação técnica. Normalmente consiste na aplicação de água nos sulcos com mangueiras de plástico e, na maioria das vezes, há transbordamento produzindo arrasto de material para fora das áreas cultivadas.

Entre as 42 propriedades acompanhadas, 50% tem gado de leiteiro de qualidade muito baixa. Os 42 produtores foram tipificados através análise de agrupamento, e assim foi possível separá-los em três grupos homogêneos: um grupo composto por 02 produtores, cuja atividade principal é a produção de leite, e outros dois grupos que têm a horticultura como a atividade principal. Eles diferem um do outro, apenas devido à propriedade da terra – um é composto por proprietários e o outro por parceiros e/ou arrendatários.

5.2 Caracterização Sociocultural do Município de Paty do Alferes

5.2.1 Material e Métodos

A caracterização sociocultural do Município de Paty do Alferes foi investigada através de oitenta questionários. Estes continham perguntas sobre o padrão e qualidade de vida da comunidade rural, sobre sistemas agrícolas e atividades, estrutura da terra, relações de trabalho e a inserção na economia de mercado, como também hábitos e comportamento do produtor relacionados à visão de mundo e a dinâmica demográfica e possíveis processos migratórios.

5.2.2 Resultados

Os aspectos socioculturais do Município de Paty do Alferes são considerados típicos para a maior parte da Região da Mata Atlântica. O município foi emancipado em 1987 do Distrito Municipal de Vassouras e sua história está ligada ao Vale do Médio Paraíba.

O município participou do processo de substituir as plantações de café por gado de leiteiro. Porém, hoje, não é a indústria de leiteira, mas a horticultura que é a fonte principal de renda na municipalidade, sendo a produção de tomates responsável por 50,8% do valor total da produção agrícola (Tabela 5.1).

Tabela 5.1. Valor da produção agrícola do Município de Paty do Alferes, RJ.

Produção	Valor (US\$ 1000)	%
Leite	1.113	28.1
Tomate	2.016	50.8
Horticultura	627	15.8
Outros	210	5.3
Total	3.966	100

Fonte: IBGE (1997).

O principal distrito dentro do Município de Paty do Alferes é o de Paty do Alferes, constituído por pequenas propriedades com tamanhos inferiores a 50 hectares. Estes são impróprios para as atividades de leiteira nos moldes semi-extensivo como geralmente é praticado no Estado de Rio de Janeiro. Nestas propriedades, a cultura de tomate é a opção econômica e tem sido explorada intensivamente nos últimos vinte anos. Prevalece, principalmente, o trabalho familiar manual junto com parceiros. A cultura de tomate é a maior fonte de renda e transformou o município em um dos maiores produtores do Estado do Rio de Janeiro, com volumes de produção aumentando imensamente desde 1980.

O segundo distrito municipal é Avelar, onde a atividade principal é gado leiteiro, em propriedades maiores, com trabalhadores contratados, e onde pequenas áreas são separadas

para cultivar legumes durante 1 a 2 anos, conduzidas pelo proprietário da terra ou arrendado a empresários hortícolas.

Considerando os aspectos demográficos, a população rural em Paty do Alferes representa 38,5% de sua população total (Tabela 5.2). A maioria dos produtores rurais de Paty do Alferes são de pequenos proprietários de terra, 65%, e os outros são arrendatários ou parceiros. A situação em realidade é muito complicada. As decisões onde e como cultivar, freqüentemente, depende de dinheiro dos parceiros e/ou de financiadores que provêm o capital para as atividades agrícolas, os quais ficam com 50% do rendimento econômico da colheita.

Tabela 5.2. População de Paty do Alferes, RJ. 1991.

Município/Distrito	Total	Urbano	%	Rural	%
Município de Paty	21035	12967	61.5	8128	38.5
- Paty 1º Distrito	14366	10253	71.4	4113	28.6
- Avelar 2º Distrito	6729	2714	40.3	4015	59.7

Fonte: IBGE (1991).

5.3 Custos de Produção e Análise de Riscos para a Cultura do Tomate

Como a produção de tomates é a atividade agrícola mais importante para a economia local, a avaliação dos custos de produção versus o risco de produção é de grande importância na análise de eficiência. Logo, torna-se uma ferramenta auxiliar no processo de decisão sob condições incertas. Assim, pretende-se determinar a porcentagem de participação dos diferentes fatores produtivos no custo total de produção, permitindo corrigir possível distorção nos sistemas de produção e sugerir manipulação mais eficiente e lucrativa.

5.3.1 Material e Métodos

Oito produtores de tomate foram selecionados e divididos em três grupos (tipo I, II e III), de acordo com o sistema de espaçamento entre plantas usados por eles. Foram coletados dados semanais de custos de produção dos produtores selecionados. O estudo cobriu a avaliação de todas as fases do processo, desde o preparo do solo até a venda do produto.

Os custos de produção foram tabulados e avaliados indicadores econômicos tais como: renda bruta, retorno do trabalho manual, porcentagem de participação do trabalho manual, porcentagem de participação dos pesticidas, porcentagem de participação de fertilizantes, relação custo x benefício e custo unitário para cada caixa de tomate produzida. Os dados foram analisados por meio de distribuição triangular. A análise de risco foi feita através do Programa "Pacta".

5.3.2 Resultados

Os custos do trabalho manual representam aproximadamente 50% dos custos totais. O trabalho manual de 80% dos produtores não é remunerado. Os custos dos pesticidas representam aproximadamente 28% dos custos totais. Oitenta por cento dos dados analisados mostraram renda bruta negativa e a relação de B/C, menor que 1. Isto poderia sugerir que outras atividades estejam subsidiando a cultura de tomate (Tabelas 5.3 e 5.4).

Tabela 5.3. Indicadores econômico selecionados para produção de tomates.

Produtor	Custo Total	Renda Bruta	Renda Marginal	Trabalho		Retorno do Trabalho
	US\$	US \$	US \$	US \$	%	
1	3.110, 31	4.986, 11	1.875, 80	909, 72	29	22.6
2	3.539, 08	2.546, 05	<u>-993, 03</u>	1.065, 79	34	<u>0.80</u>
3	3.340, 53	2.083, 13	<u>-1.257, 40,</u>	1668, 75	53	<u>1.41</u>
4	1.662, 25	1.473, 61	<u>-188.64</u>	733, 33	24	<u>6.05</u>
5	4.345, 65	2.809, 17	<u>-1.536, 48</u>	1.616, 67	51	<u>0.57</u>
6	4.583, 15	4.329, 17	<u>-253, 98</u>	1.474, 40	47	<u>7.12</u>
7	2.341, 45	2.010, 33	<u>-331, 12</u>	870, 65	28	<u>4.51</u>
8	6.214, 46	8.237, 71	2.023, 25	1.750, 00	56	21.95

Fonte: Dados de Pesquisa

Tabela 5.4. Indicadores econômico selecionados para produção de tomates (cont.).

Produtor	Pesticida		Fertilizante		Relação Benefício/Custo	Custo /Caixa unitário
	US \$	%	US \$	%		
1	1.042, 56	33	195, 69	7	1.5	7.73
2	784, 74	25	384, 60	12	<u>0.71</u>	7.95
3	522, 53	16	551, 75,	18	<u>0.59</u>	11.71
4	227, 99	7	166, 66	6	<u>0.80</u>	10.22
5	1.013, 50	32	386, 67	12	<u>0.62</u>	9.86
6	666, 90	21	710, 00	22	<u>0.90</u>	6.43
7	559, 34	17	218, 81	7	<u>0.79</u>	9.44
8	1.113, 42	35	855, 41	28	1.32	5.16

Fonte: Dados de Pesquisa

De acordo com estes dados, os custos de produção podem ser reduzidos usando técnicas melhoradas de manejo dos solos para diminuir o trabalho braçal e aplicação adequada de pesticidas para evitar o desperdício de insumos agrícolas.

Produtores do tipo I que usaram menor espaçamento entre plantas (0,35 a 0,42m²/planta) tiveram riscos mais baixos.

Quando se avalia estas três alternativas de produção, conclui-se que, do ponto de vista econômico, a alternativa ecológica mais prejudicial foi, também, a mais lucrativa. Portanto, tornou-se muito desafiador desenvolver técnicas de produção de baixos custos, baixo risco e baixo impacto ambiental.

5.4 Análise Multicritério

5.4.1 Material e Métodos

A lista de alternativas estratégicas (tecnologia/ação) foi determinada considerando as necessidades dos agentes locais (produtores, técnicos, comunidade e governo local). Estas necessidades foram determinadas através de questionários respondidos pelos agentes múltiplos. Nestes questionários, os agentes nomearam os principais problemas existentes na área, como também as possíveis soluções para os mesmos.

As alternativas e necessidades foram então separadas em dois diferentes grupos: Ações e Tecnologias.

Ações: medidas práticas, muitas vezes comportamentais, que, se implementadas, ajudariam no desenvolvimento sustentável da área. As ações propostas foram:

- revigorar as associações de produtores;
- revigorar a comissão ambiental educacional de desenvolvimento sustentável e sua transformação em uma ONG (organização não governamental);
- montar de uma cadeia de rádio comunitária;
- indicar um modo não contaminante para se desfazer de recipientes de defensivos vazios;
- implementar um programa de saúde para trabalhadores rurais;
- planejar uma planta para tratamento de lixo urbano;
- estimular turismo ecológico;
- montar um programa de educação ambiental;
- definir políticas de legislação ambiental com penas para os infratores;
- implementar agroindústrias;
- implementar agroindústrias familiares;

- implementar um programa de alfabetização para produtores rurais; e
- incluir a disciplina Ecologia e Preservação Ambiental no sistema formal de educação.

Tecnologia: procedimentos técnicos que, se implementados, ajudariam no desenvolvimento sustentável da área. As tecnologias propostas foram:

- disseminar plantio direto e práticas de adubação verde;
- efetuar controle integrado de pragas e doenças;
- reflorestar por meio de programas agroflorestais;
- recuperar áreas degradadas;
- plantar fruteiras e/ou espécies florestais nas linhas de contorno;
- formar pastagens com espécie de leguminosas arbóreas;
- implementar o uso de tração animal para preparo do solo em áreas acidentadas;
- implementar unidades demonstrativas, em propriedades de agricultores com práticas conservacionistas;
- diversificar as culturas agrícolas e hortícolas;
- introduzir árvores frutíferas (cáqui, lima, etc.);
- implementar a cultura de tomate usando fitas como tutoramento das plantas;
- implementar o consórcio de plantas olerícolas;
- planejar e avaliar economicamente as propriedades rurais; e
- reflorestar com árvores economicamente viáveis e com plantio em faixas.

A abordagem hierárquica foi estabelecida depois de uma discussão ampla para determinar as pré-exigências básicas de coerência, inclusão e independência. Foram, então, estabelecidos pesos relativos de cada aproximação. As aproximações foram postas em uma hierarquia, fundamentada em três diferentes bases principais: produtividade, importância social e importância ambiental. Os dois últimos foram agrupados respeitando a exigência de independência. A aproximação hierárquica é mostrada em Figura 5.4.

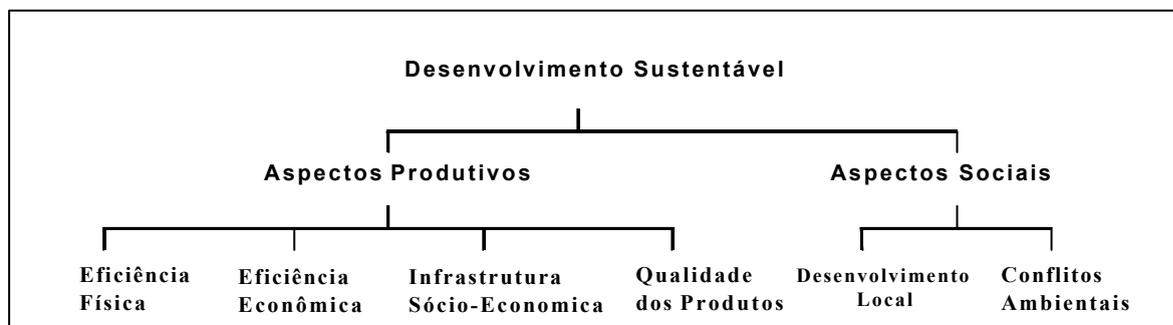


Figura 5.4. Estrutura hierárquica adotada.

Explicação da aproximação da estrutura hierárquica:

Eficiência física: enfoques nos índices de produtividade, disponibilidade dos fatores de produção e nível de complexidade para implantação e execução de cada proposta alternativa.

Eficiência econômica: enfoques na taxa interna de retorno, valor presente do fluxo de rendas, custo médio dos produtos e preço esperado.

Infra-estrutura socioeconômica: enfoques na adaptação de certos fatores para cada proposta alternativa. Estes fatores são: estrutura agrária, extensão rural, sistemas de transporte, disponibilidade de energia elétrica, sistemas de comunicação e armazenamento.

Qualidade do produto: enfoques nas condições físicas (aparência, integridade, sabor e resistência à deterioração) e condições sanitárias dos produtos (contaminação química e orgânica).

Desenvolvimento local: enfoques em empregos gerados (diretos e indiretos), impostos e taxas arrecadadas e valor das compras locais.

Conflitos ambientais: enfoques no risco de poluição do ar, risco de contaminação da terra, necessidades de monitoramento das condições ambientais, contaminação de nascentes e/ou de corpos d'água e outros ecossistemas críticos.

Buscando empregar uma análise multicritério, os seguintes pesos foram usados:

	Pesos normalizados
Eficiência física	0,15
Eficiência econômica	0,20
Infra-estrutura	0,10
Qualidade do produtos	0,20
Desenvolvimento local	0,10
Conflitos com o ambiente	0,25

Após a escolha da família de aproximações e a determinação do grupo de alternativas, o próximo passo buscou avaliar as estratégias alternativas de acordo com as aproximações apresentadas.

Os métodos usados nos cálculos foram os seguintes: Método linear ponderado, Sistema especialista-AHP, Método de aspiração Interativo-AIM e o Sistema Multi Atributo de Comercialização MATS-PC.

5.4.2 Resultados

É óbvio que não se pôde ter um resultado global deste segmento do projeto, sendo apenas uma alternativa estratégica que se evidencia significativamente das outras. Há um grupo de alternativas que satisfazem as exigências para o mesmo grau, com aproximações melhores nas primeiras exigências, nas últimas ou nas posições intermediárias. As alternativas que estão na faixa superior merecerão um estudo detalhado de sua viabilidade. Estudos posteriores necessitam levar em conta o custo de implantação, um fator que até o momento não estava disponível e não pôde ser incorporado na análise.

As alternativas estratégicas recomendadas são as seguintes:

ações:

- implantação de agro-indústrias,
- desenvolvimento de agro-indústrias familiares,
- programa de educação ambiental,
- programa de educação formal para produtores rurais, e
- programa de saúde.

tecnologias:

- controle integrado de pragas e doenças,
- disseminação de plantio direto e práticas de adubação verde,
- diversificação de culturas,
- recuperando e manejo e de áreas degradadas,
- disseminação de unidades demonstrativas em propriedades de agricultores.

O estudo permitiu mostrar e tratar aproximações analíticas múltiplas que fornecem uma amplitude que normalmente não é encontrada em estudos semelhantes. Concluindo, pode ser declarado que os métodos de análise multicritério, quando aplicados aos estudos de microbacias, representam uma ferramenta importante para priorizar alternativas e é uma indicação direta das necessidades.

6 INFLUÊNCIA DO SISTEMA AGRÍCOLA SOBRE O MEIO AMBIENTE

Dieter Prinz¹

Francesco Palmieri²

Michael Kunzmann³

Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho⁵

Elke Stenger⁴

José Ezequiel Villarreal Núñez¹⁰

6.1 Causas da Erosão

A região forte ondulada e montanhosa da Mata Atlântica sofreu processos de erosão severos com o desmatamento e com a exploração da floresta tropical, cuja ocupação começou no princípio do século XVII. Erosão é um dos fatores biofísicos que mais influencia o fracasso ou sucesso de um sistema de agricultura sustentável. Um importante pré-requisito para a implementação de um sistema de agricultura sustentável somente é alcançado quando o processo de erosão do solo é detido ou reduzido a um limite tolerável. O problema de erosão do solo induzido pela água nas regiões tropicais semi-úmidas e úmidas ganhou atenção pública crescente nos últimos anos, por isso consideráveis quantidades de recursos e de esforços foram investidos em pesquisas de solo. Além da remoção de vegetação natural, especialmente a floresta, a razão principal para erosão dos solos nestas regiões está na utilização de sistemas agrícolas não adequados às condições ecológicas, por exemplo, culturas anuais e pastejo excessivo.

Freqüentemente, fatores econômicos, sociais, e culturais impedem a aceitação de práticas de cultivo das terras ambientalmente adequadas. A população crescente nestas regiões tropicais montanhosas, de condições climáticas favoráveis, aumenta a pressão sobre os seus limitados recursos naturais não renováveis.

Erosão do solo é um processo de décadas e séculos. Seus efeitos geralmente só ficam óbvios, quando são desastrosos. A pesquisa, muito freqüentemente, só enfoca as causas físicas de erosão. Hoje em dia, a conservação do solo não terá êxito, mesmo com utilização das melhores práticas disponíveis, se o contexto social, econômico e político não forem considerados. Perda de solo se torna crítica se fatores socioeconômicos e políticos favorecerem a erosão (erosão induzida pelo homem). Dentre outros, os principais fatores são:

- Pobreza do Produtor Rural

Pequenos produtores rurais são obrigados a cultivar suas terras intensivamente para assegurar a sua subsistência. A falta de capital não permite a aplicação de práticas intensivas de conservação, assim como o uso de insumos para restabelecer

¹⁰ Mestrando da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. UFRRJ.

a fertilidade do solo. O decréscimo da fertilidade do solo aumenta a procura de novas áreas para o cultivo e favorece a migração dos produtores rurais. Pastejo excessivo, desmatamento e práticas agrícolas não adequadas são os principais fatores de destruição dos solos no Bioma Mata Atlântica.

- Estrutura institucional

Insuficiente controle do uso de recursos naturais, especialmente em áreas rurais, por parte de instituições governamentais. A falta de leis de conservação bem definidas, de políticas para regular o uso das terras, de definição de propriedades e de facilidades para comercialização de produtos impedem os fazendeiros de aplicar métodos de conservação dos solos. Políticos frequentemente dão prioridades a benefícios de curto prazo para culturas de exportação, em vez de subsídios para práticas de conservação dos solos. Os técnicos de extensão rural são treinados muitas vezes inadequadamente e recebem baixos salários.

- Sistema de posse de terra

Apenas os proprietários das terras ou os que têm posse assegurada estão interessados na manutenção deste recurso a longo prazo. Acesso restrito de terra fértil para grupos sociais ou familiares conduz à exploração de áreas íngremes, terras marginais e frágeis. O sistema de herança tradicional, a maioria das vezes, favorece uma fragmentação muito intensa das propriedades, dificultando a adoção de técnicas de conservação.

- Tradição, crenças e analfabetismo

O grau de analfabetismo dificulta a adoção de novas práticas de conservação de solos e outras técnicas agrícolas. Os pequenos fazendeiros percebem erosão comumente como um processo natural e não estão atento à sua influência na produtividade. A adoção de novas práticas sempre requer algum esforço e inclui alguns riscos. Os produtores rurais, como os demais grupos sociais, precisam de tempo para assimilar e adotar novas idéias.

6.2 Prejuízos Causados pela Erosão

De acordo com estimativas do Ministério de Agricultura (Brasil,1987), apenas no Estado de São Paulo, cerca de 200 milhões/toneladas/ano de solo fértil são perdidas devido à erosão hídrica. Aproximadamente 40 milhões de toneladas de terra são depositadas em lagos e rios. Os nutrientes que são perdidos pelo processo de erosão têm um valor de cerca de 200 milhões de US\$ dolares/ano. Em geral, há uma perda de 10kg de solo/kg de soja produzida, 12kg de solos/kg de algodão e 5kg de solo/kg de milho.

- Danos locais

Excesso de chuvas causa danos às terras removendo a camada superficial fértil . A perda da parte superficial fértil é muito prejudicial nas áreas onde ocorrem solos

extremamente lixiviados, tal como os Argissolos e Latossolos das regiões tropicais úmidas. Comparado-se com as terras menos lixiviadas de áreas mais secas, o subsolo das regiões tropicais úmidas contém muito baixas quantidades de nutrientes e de matéria orgânica. Os danos na produtividade agrícola são causados, não só pela degradação de propriedades dos solos, mas também por impacto direto da água. Raízes e sementes são carregadas para fora da terra. Sementes e mudas são enterradas pelos sedimentos depositados nas bases das encostas. Sulcos e voçorocas impedem o acesso às áreas cultivadas, as atividades normais e o transporte na fazenda. Sulcos e voçorocas profundos formam, em geral, sistemas de drenagem que drenam as áreas adjacentes e conduzem a perda considerável de água.

- Danos externos

A perda de solo é o principal indicador de degradação das terras. O escoamento superficial remove preferencialmente partículas finas a médias, como pequenos agregados, silte, argila dispersa em água e matéria orgânica que fazem com que a textura do solo se torne mais arenosa. Os fertilizantes e defensivos agrícolas são levados principalmente juntos com as partículas finas, sendo transportados morro abaixo pelo escoamento superficial e pelo solo erodido. Parte do escoamento superficial e dos sedimentos em suspensão se concentram na rede de drenagem de superfície.

Escoamentos rápidos geram uma perda de água para fora do ciclo local e resulta em uma grande flutuação da quantidade de água dos rios. Alguns rios podem até mesmo ficar apenas sazonais. O lençol freático é rebaixado, afetando a vegetação e promovendo a falta de água em poços. A sedimentação a jusante entulha as áreas irrigadas, canais, açudes, represas e portos. Em áreas com agricultura intensiva, defensivos agrícolas e nutrientes dissolvidos na água de escoamento superficial ou agregados aos sedimentos se tornam um problema sério. Estas perdas são difíceis de serem quantificadas, mas as economias nacionais necessitam alocar orçamentos significativos para recuperação destas áreas.

6.3 Objetivos da Pesquisa

Os problemas crescentes causados pela erosão requerem a identificação de técnicas e métodos de cultivo de terras que permitem a utilização destas de um modo sustentável. No Brasil, em 1926, foram estudadas diferentes técnicas de cultivo de tomates no Estado de Pernambuco, e desde 1945, segundo Leprun (1981), foram instaladas parcelas para quantificar as perdas de solo por erosão.

Enquanto que sob cultivos tradicionais as perdas anuais de solo chegaram até 100 toneladas/hectare, a erosão de solo sob técnicas de plantio direto foi reduzida para 8 toneladas/hectare/ano. Áreas estudadas por Leprun (1988) no Estado de Rio de Janeiro entre os anos de 1980 – 1987 mostraram que a erosão do solo em uma área mantida sem vegetação

alcançou valores de até 200 toneladas/hectare/ano, enquanto que uma área cultivada com milho, sob de técnicas melhoradas de cultivo, a perda de solo foi de 2,5 toneladas/hectare/ano.

Além de quantificar o total de solo perdido através de erosão pela água, o objetivo deste projeto foi estudar diferentes técnicas de cultivo com respeito à suscetibilidade de erosão, para desenvolver sistemas de agricultura sustentáveis. Foram instaladas várias parcelas de campo e a erosão foi avaliada “in situ”. Os fatores que influenciam processos de erosão como a erodibilidade do solo, a erosividade da chuva, preparo do terreno e técnicas de cultivo foram estudados em detalhes para duas diferentes classes de solos. Tem que ser ressaltado que, até o momento, nenhum trabalho experimental relativo à taxa de erosão de solo foi executado em áreas tão íngremes como as do projeto (60% e 30%). Como a maioria da Região da Mata Atlântica é bastante íngreme, é de grande importância avaliar a erosão do solo para diferentes técnicas de cultivo sob estas condições.

Além das parcelas de campo para avaliar a erosão com chuva natural, a erosão também foi avaliada com um simulador de chuva. O objetivo destas experiências foi determinar a capacidade de infiltração de água de chuva no solo e estudar os caminhos da água infiltrada na matriz do solo (fluxo preferencial) para diferentes solos e sistemas de cultivo, sendo estes os principais fatores que influenciam o escoamento superficial e a lixiviação de fertilizantes e pesticidas.

6.4 Avaliação de Erosão

Os métodos para quantificação de erosão do solo dependem da escala aplicada e da precisão requerida. A quantificação tanto pode ser executada em parcelas de menos de 1m² ou em bacias hidrográficas de vários quilômetros quadrados. A precisão varia de estimativas grosseiras da erosão até a erosão medida com precisão de kg/ha. Para escolher o sistema ideal de medição, precisa-se, então, de uma definição clara do problema a ser investigado e da precisão da resposta requerida. É bastante óbvio que a definição do método de pesquisa aplicado depende também fortemente da disponibilidade de recursos financeiros. Apesar do fato dos recursos financeiros do projeto DESUSMO disponíveis para avaliação da erosão terem sido bastante restritos, os custos e os trabalhos intensivos necessários para manutenção das parcelas de erosão foram mantidos. Também foi possível efetuar estudos de campo com simulador chuva devido à participação de estudantes de mestrado envolvidos no projeto (componente treinamento).

Os métodos aplicados são descritos, sumariamente, a seguir:

- Pinos de erosão

Pinos de erosão são inseridos na terra até uma profundidade definida (por exemplo. 20cm) com um espaçamento de 10 a 20cm. No começo do período de medição, a marca dos pinos e o solo estão no mesmo nível. No final da estação chuvosa a média das medidas dos pinos é comparada à média da medida inicial e a perda de solo é calculada então pela altura de terra perdida, se a densidade aparente do solo é conhecida. Este método é especialmente satisfatório para medidas em períodos chuvosos de vários anos ou para locais com um potencial de erosão alto.

- Pontos de captação

Podem ser usadas pesquisas de sedimentos em reservatórios para se fazer estimativas quantitativas de erosão, mas podem ser usados simples pontos de captação para demonstrar a quantidade de perda de solo em relação às diferentes técnicas de cultivo utilizadas. A efetividade pode ser demonstrada facilmente aos fazendeiros, por exemplo, através de terraços ou plantio de faixas de gramíneas que obviamente mostrarão muito menos acúmulo de terra nos pontos de captação abaixo das áreas utilizadas com técnicas de cultivo melhoradas.

- Parcelas de erosão

Parcelas de erosão são usadas para quantificar o montante de solo perdido que é transportado pelo escoamento superficial sob condições reais. As parcelas devem ser grande o suficiente para ser representativa de uma unidade de um sistema de cultivo ou tratamento. As parcelas de erosão têm uma bordadura para prevenir a entrada de água de escoamento superficial de fora para dentro da parcela. A água de escoamento superficial e sedimento são coletados por um tubo de drenagem na base da parcela. O tubo conduz a uma saída onde o volume de água e sedimentos são quantificados. Instalando-se várias parcelas em um mesmo local e sob as mesmas condições (declividade, chuva, solo, etc), o efeito das técnicas de cultivo melhoradas pode ser avaliado.

- Estudos de campo com simulador de chuvas

Simuladores de chuva são usados para simular eventos de precipitação de duração controlada, intensidade e distribuição de tamanho de gota em parcelas de erosão. Deste modo, o solo pode ser testado bastante rápido, debaixo de condições unificadas e independente de chuva natural coincidente. Simuladores de campo também permitem testar o efeito de vários fatores de erosão, como cobertura de vegetação durante diferente estádios de crescimento e variação sazonal em estabilidade estrutural. O uso de simuladores de campo fornecem dados de infiltração real e como isto reflete a influência de chuva natural.

6.5 Limites de Tolerância de Perdas de Solo

Para avaliar o sustentabilidade de um sistema tradicional ou um outro sistema de cultivo proposto, a quantidade de perda de solo tolerável por unidade de tempo tem que ser conhecida. Perda de solo só pode ser tolerada se as suas diversas funções permanecerem inalteradas. Manejo de solo sustentável implica que a perda de solo não ultrapasse os seus limites de tolerância. Para condições do Estado de São Paulo, perda de solo entre 4,5 e 15 toneladas/hectare/ano podem ser toleradas dependendo do tipo de solo. Para os solos predominantes na área do Município de Paty do Alferes, os quais são representativos da

Região da Mata Atlântica, Lombardi Neto^a calculou que a perda tolerável de solo seria de 12,6t/ha/ano para Latossolo e de 8,6t/ha/ano) para Argissolo.

6.6 Medições de Erosão no Campo

A perda de solo pode ser medida por métodos simples, através de pinos que são colocados no terreno a distâncias específicas. Este método é fácil de ser usado para quantificar aproximadamente a perda de solo por erosão laminar onde não ocorre nenhum sinal óbvio, como canais ou acumulações, que indicam a perda de solo. Também é uma ferramenta útil para ilustrar erosão laminar para os fazendeiros.

No começo do período vegetativo, os pinos são inseridos no solo até que suas cabeças fiquem em nível com uma superfície de referência (Figura 6.1). A perda de solo pode ser determinada depois pela distância da cabeça do pino até a superfície do solo (Figura 6.2). Tem que ser considerado que o pino interfere no comportamento hidráulico do escoamento natural e, então, a quantidade de perda de solo só pode ser calculada aproximadamente. Além disso, a precisão da distância entre a superfície do solo e a cabeça do pino está entre 0,1 – 0,2mm que causa um erro de 1,5 – 3,0t/ha.



Figura 6.1. Parcela experimental preparada com os pinos de erosão (Novembro 1996).

^a Comunicação pessoal. Instituto Agrônomo de Campinas. São Paulo. 1998.



Figura 6.2. Detalhe da parcela de erosão com pinos, após 04 meses. (Fevereiro 1997).

Devido a estas inexatidões, o método não pode ser usado para quantificar perda de solo com precisão, mas é muito útil para visualizar erosão laminar em áreas plantadas onde na maioria das vezes a erosão não é observada. Outra vantagem é o pequeno custo financeiro, porque não precisa de equipamentos sofisticados.

Em Paty do Alferes, foi selecionado uma área de 105m de largura por 65m de comprimento, com uma inclinação de 60%. A área foi arada morro abaixo com trator. O proprietário do terreno optou pelo plantio de gramínea de alta valor nutritivo para criação de gado. Uma parcela de 1m² foi preparada no meio desta área, na qual foi utilizada uma malha com células de 10 x 10cm, e foram introduzidos 121 pinos de 8mm de diâmetro a profundidade de 25cm.

Outro método simples para quantificar erosão em áreas pequenas é emprego de uma tábua com pinos para projetar a superfície do solo. A tábua tem orifícios de 10cm aparte um do outro, através dos quais são introduzidos os pinos livremente. Abaixando-se a tábua até a superfície do solo, os pinos que tocam o solo são empurrados para cima e então uma projeção da superfície é formada no lado superior da tábua (Figura 6.3). Esta projeção tem que ser desenhada. Para cada 1m², serão medidos também 121 pinos. A vantagem deste método é, que não há nenhuma interferência hidráulica local.

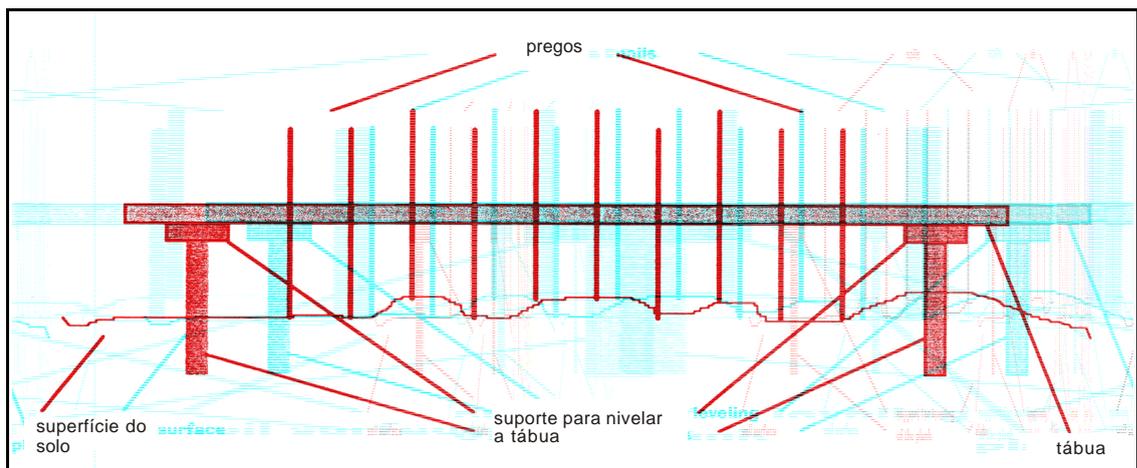


Figura 6.3. Seção de controle da unidade de medida.

A área selecionada foi arada em outubro de 1996 e imediatamente depois, a tábua e os pinos de medição (Figura 6.3) foram instalados na superfície arada. Em novembro, uma precipitação total de 225,4mm foi registrada na estação meteorológica em Avelar, com intensidades muito altas nos dias 4, 18, 21 e 22, com 43,0mm, 40,8mm, 70,6mm e 31,1mm, respectivamente.

Após várias tentativas para cultivar gramíneas, os danos causados pela erosão fizeram com que o produtor rural abandonasse a área. A área ficou desprotegida até o final do projeto em março de 1998 e apenas uma escassa vegetação se desenvolveu em alguns locais. A perda de solo calculada para a área foi de 80t/ha.

A quantidade de sedimentos carregados pelos dois pequenos rios que drenam a área da microbacia foi avaliada através de coleta de amostras de sedimentos. Foi observado um escoamento total de 27.000m³ nos rios durante um evento de precipitação de 18mm no dia 12 de dezembro de 1997. A avaliação das amostras de sedimentos no laboratório mostrou que a quantidade de sedimentos transportados para fora da área da microbacia, de aproximadamente 550 hectares, por esta única chuva, foi de aproximadamente 22 toneladas.

6.7 Quantificação da Erosão através Parcelas-Wishmeier

6.7.1 Material e Métodos

Em outubro de 1995, foram implantadas 8 parcelas do tipo Wischmeier em duas diferentes classes de solos, para quantificação de erosão sob diferentes tipos de manejo (Figuras 6.4 e 6.5). Em cada local, foram aplicadas diferentes técnicas de cultivo para avaliar os efeitos destes em comparação com as técnicas de cultivo tradicional usadas pelos produtores rurais durante décadas.



Figura 6.4. Parcelas do tipo Wischmeier para quantificação de erosão em terras de agricultor.

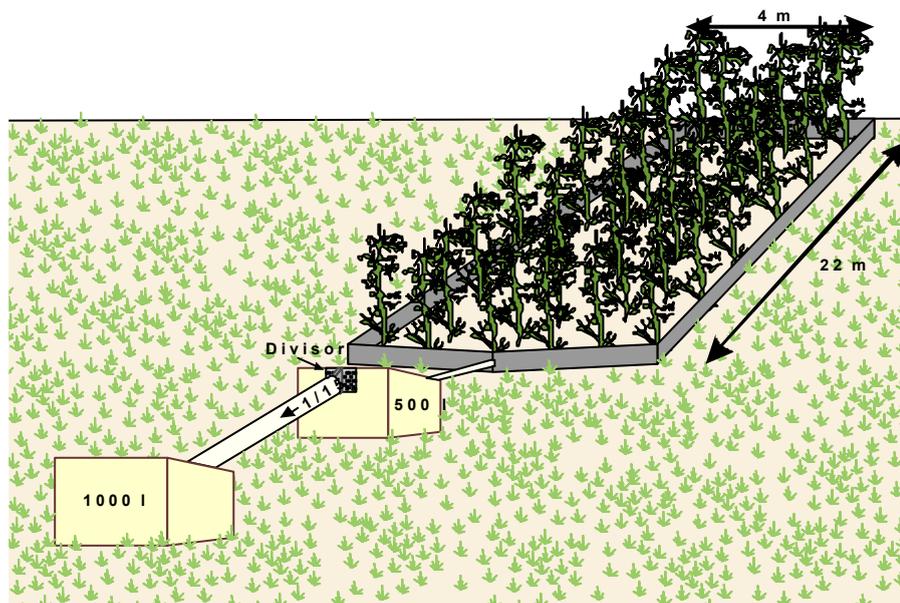


Figura 6.5. Desenho esquemático das Parcelas de Erosão do tipo Wischmeier.

Na maior parte da Região da Mata Atlântica, o trator é utilizado para preparo do solo para cultivo. No Município de Paty do Alferes são utilizados tratores com arados de discos e a aração é feita morro abaixo no sentido do declive. Dois outros "hábitos" dos produtores rurais contribuem fortemente para altas perdas de solo:

- 1º as áreas aradas ficam expostas às chuvas de grande intensidade no começo da estação chuvosa durante semanas; e

2º os produtores rurais constroem as ruas (caminhos) de colheita na direção do declive (morro abaixo).

As culturas, inclusive olerícolas, são cultivadas em rampas de até 60% de declive. Para desenvolver sistemas alternativos sustentáveis de manejo do solo, foi considerado como um passo essencial, oferecer à comunidade de produtores rurais sistemas de agricultura sustentáveis.

Quatro práticas foram selecionadas e testadas:

- 1ª não queimar os resíduos vegetais antes de preparar o terreno, mas incorporá-los ao solo;
- 2ª estabilizar as ruas (caminhos) de colheita com gramínea;
- 3ª arar o terreno em nível, com tração animal, invés de arar “morro abaixo”, com trator; e,
- 4ª testar cultivo mínimo em olerícolas, que consistiu apenas no preparo manual de covas.

Um conjunto de parcelas de erosão tipo Wischemeier foi implantado na propriedade de um produtor rural e outro conjunto no Campo Experimental da Pesagro-Rio, no Distrito de Avelar (Figuras 6.6 e 6.7).

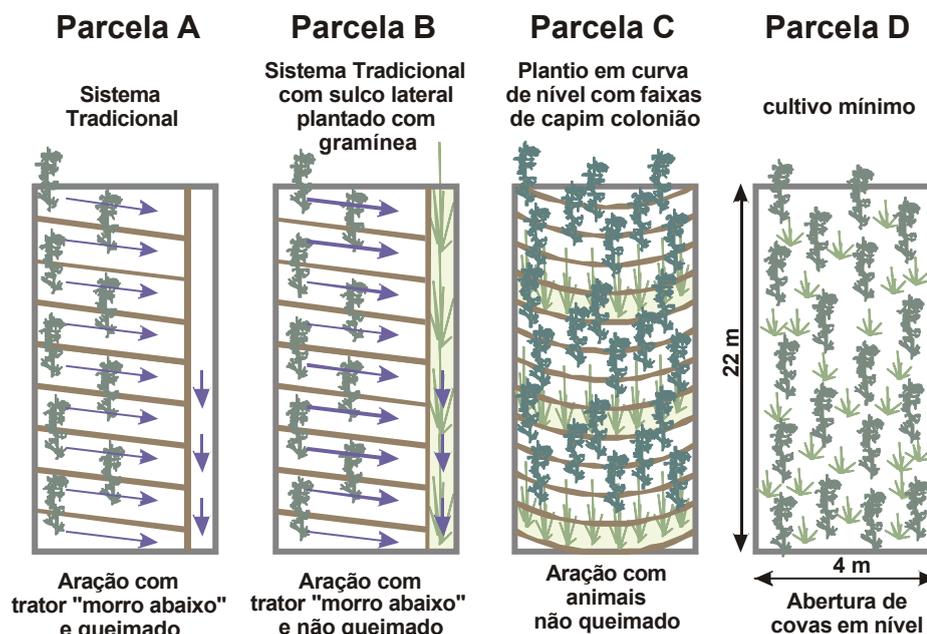


Figura 6.6. Esquema experimental das parcelas na Comunidade de Caetés. Declividade 60%. Solo Podzólico Vermelho-Amarelo.

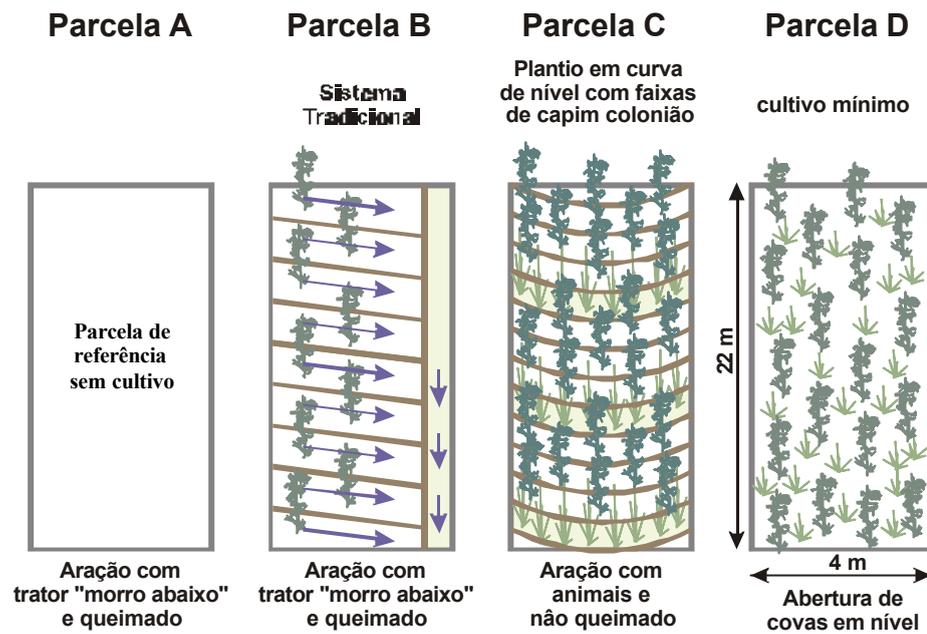


Figura 6.7. Esquema experimental das parcelas na Campo Experimental da Pesagro-Rio no Distrito de Avelar. Declividade 30%. Solo Latossolo Vermelho-Amarelo.

6.7.2 Resultados

A seguir são apresentados o calendário agrícola-olerícola da comunidade de Caetés (Figura 6.8) e os resultados obtidos das últimas duas estações chuvosas para localidade de Caetés (Figuras 6.9 e 6.10).

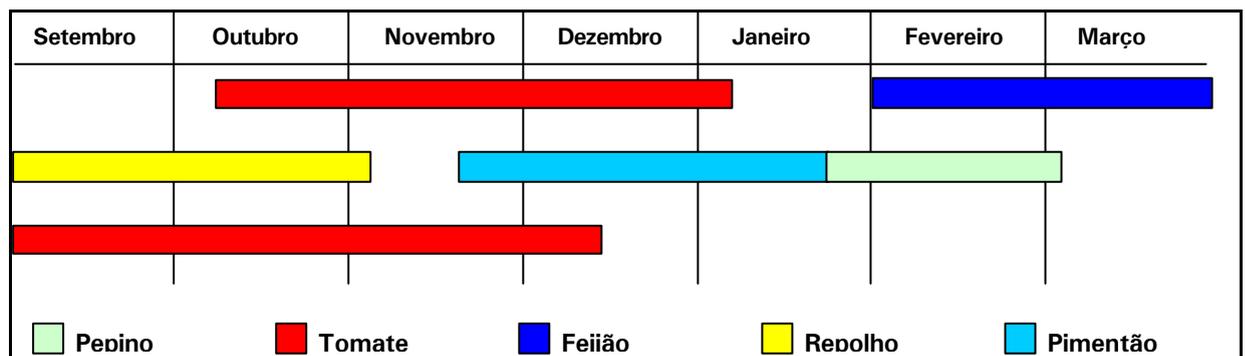


Figura 6.8. Calendário agrícola-olerícola de Caetés.

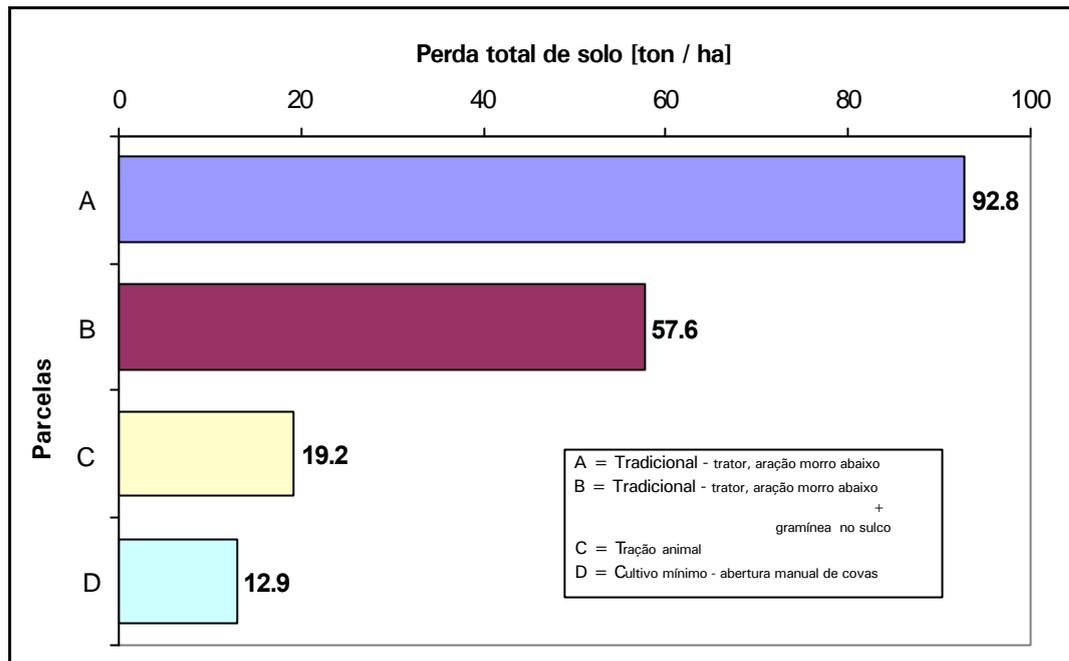


Figura 6.9. Quantidade total de solo erodido nas parcelas de Caetés. Período: outubro 95/março 96. Precipitação total: 1922,5mm.

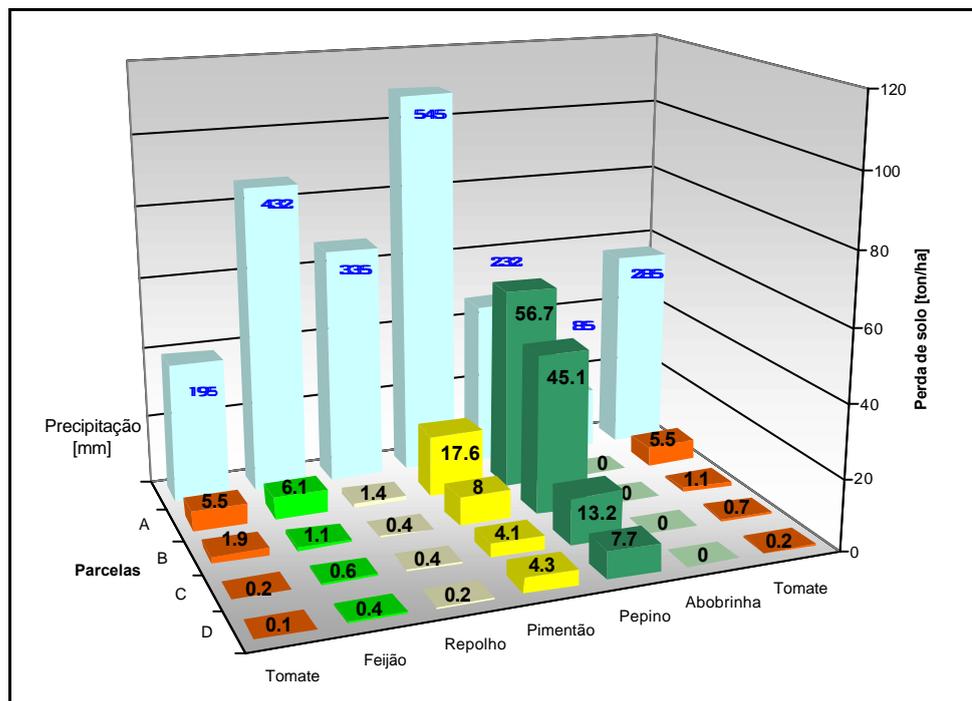


Figura 6.10. Quantidade total de solo erodido por cultura. Parcelas: A - Não cultivada; B - Trator aração morro abaixo; C - Tração animal e D- Cultivo mínimo-abertura manual de covas. Propriedade Particular-Comunidade de Caetés. Período: Out/95-Mar/96. Paty do Alferes, RJ.

A seguir são apresentados o calendário agrícola-olerícola do Distrito de Avelar (Figura 6.11) e os resultados obtidos no Campo Experimental da Pesagro-Rio (Figuras 6.12 e 6.13). A parcela "A" foi mantida sem cobertura vegetal (nua) para dar uma idéia sobre o erodibilidade da classe de solo Latossolo Vermelho-Amarelo na área do projeto no Município de Paty do Alferes.

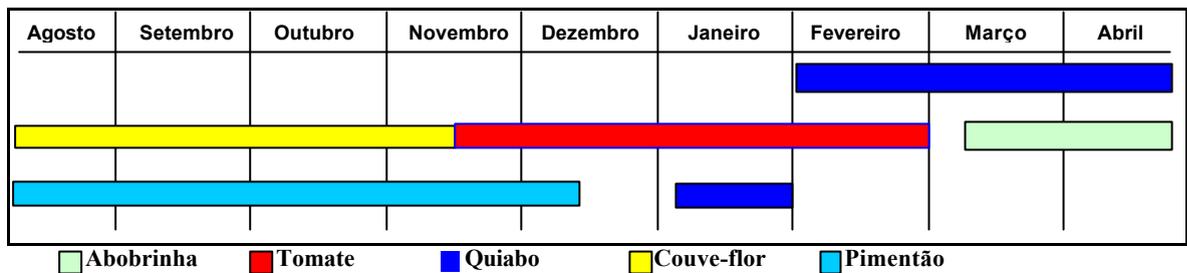


Figura 6.11. Calendário agrícola-olerícola de Avelar.

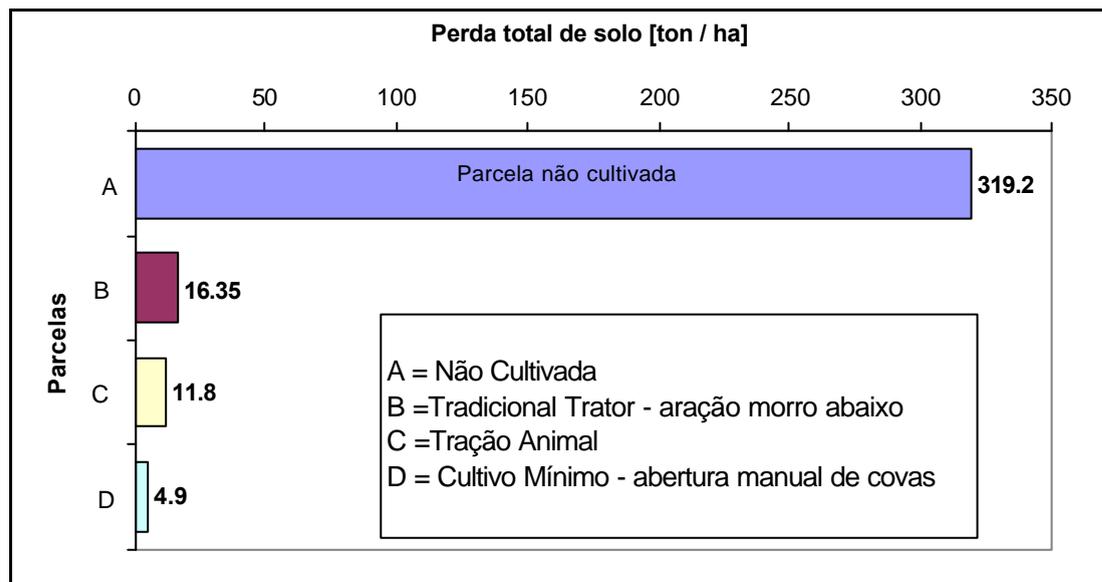


Figura 6.12. Quantidade total de solo erodido nas parcelas do Campo Experimental da Pesagro-Rio, Avelar, Paty do Alferes. Período: Jan 96/Fev 97. Precipitação total: 1100,4mm.

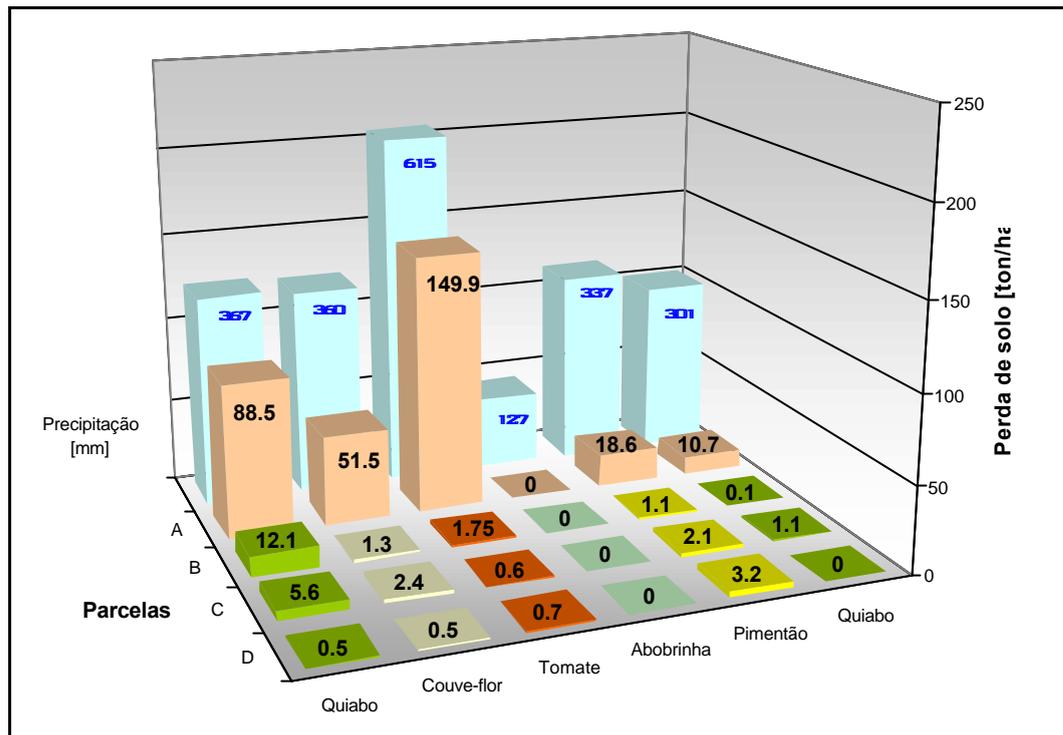


Figura 6.13. Quantidade total de solo erodido por cultura. Parcelas: A - Não cultivada; B - Trator aração morro abaixo; C - Tração animal e D - Cultivo mínimo-abertura manual de covas. Campo Experimental da Pesagro-Rio de Avelar. Período: Jan/96-Fev/97. Paty do Alferes, RJ.

Os resultados apresentados acima mostram claramente a importância da utilização de práticas de manejo melhoradas com relação ao decréscimo da quantidade consideravelmente menor de solo erodido. Especialmente em áreas muito íngremes que, normalmente, não são adequadas à exploração de culturas anuais como tomate, feijão, pimentão, pepino, etc, a importância de um manejo adequado pode ser demonstrado através de métodos simples e baratos como plantar grama em faixas, aração com bois e cultivo mínimo. Tais métodos mostram que a erosão pode ser diminuída em até quase 80%, quando comparados às técnicas de cultivo tradicionais aplicadas em Paty do Alferes. Por meio destas técnicas, a capacidade de infiltração da água no solo pode ser aumentada consideravelmente, enquanto que, ao mesmo tempo, a compactação e o selamento da superfície podem ser diminuídos. O alto potencial da chuva em causar erosão e a importância de uma cobertura vegetal do solo podem ser evidenciados na parcela nua deixada sem vegetação. Nesta parcela, a perda tolerável de solo foi excedida muitas vezes, devido à falta de uma vegetação para proteger o solo contra a alta energia cinética das gotas de chuva. Se os fazendeiros preparam suas terras durante a estação chuvosa, eles têm que saber que perderão quantias muito altas de solo superficial através de erosão. Porém, se as áreas forem preparadas e cultivadas fora da estação chuvosa, a erosão pode ser diminuída em níveis aceitáveis. Como os fazendeiros são também obrigados a cultivar a terra durante a estação chuvosa devido à pressão econômica, eles podem diminuir a erosão do solo, pelo menos para limites toleráveis, usando técnicas de cultivo melhoradas o

que significa importantes passos para o implementação de sistemas de agricultura sustentáveis.

6.8 Ocorrência de Metais Pesados nas Parcelas-Wishmeier

Solos e sedimentos das parcelas de Wischmeier foram analisados em laboratório com respeito ao conteúdo de metais pesados. Estes elementos presentes em fertilizantes e pesticidas acumulados no solo após cada período de cultivo representam um risco ambiental, especialmente quando transportados para os corpos hídricos por excessivo escoamento superficial.

Para investigar as quantidades e mudanças em conteúdos de metais pesados no solo e sedimentos das parcelas de Wischmeier, foram coletadas amostras em diferentes fases de cultivo e para várias culturas (Villarreal Núñez, 1998). A adição de metais pesados dentro de um período de cultivo (um ano) pelo uso de fertilizantes (quantidade recomendada após análise do solo) é mostrado na Tabela 6.1.

Tabela 6.1. Adição de metais pesados ao solo através de fertilizantes em um ciclo de cultivo.

Colheita	Pb [kg/ha]	Cu [kg/ha]	Ni [kg/ha]	Cr [kg/ha]	Cd [kg/ha]	Co [kg/ha]	Zn [kg/ha]	Mn [kg/ha]
Tomate	5.11	5.17	9.89	2.64	0.3	0.26	1.95	5.49
Feijão	7.27	7.36	12.58	3.78	0.65	0.37	2.64	6.45
Repolho	1.64	1.66	3.92	0.85	0.11	0.09	0.75	2.44
Pepino	6.05	6.12	11.74	3.09	0.34	0.29	2.26	6.27
Total	20.07	20.13	38.13	10.36	1.4	1.01	7.60	20.65

Como erosão do solo é muito diferente para os diferentes tipos de preparo do solo, também é diferente a quantidade de metais pesados perdida por escoamento. A concentração de metais pesados em ambos, solo e amostras de sedimento variou de acordo com o modo de preparo. O sedimento da parcela onde foi utilizado cultivo mínimo mostrou a concentração mais alta de metais pesados. Porém, a quantidade de sedimentos desta parcela é muito pequena comparada à parcela de cultivos tradicionais. Então a quantidade total de metais pesados carregada nas parcelas com cultivo mínimo é, apenas, uma fração daquela do cultivo tradicional. Cultivo mínimo maximiza a quantidade de metais pesados acumulada na terra e, por conseguinte, minimiza o risco ambiental de contaminação por escoamento.

Os estudos evidenciaram que os principais metais pesados perdidos por erosão são: Pb, Zn, Mn, e Cu. Todos eles estão contidos em altas quantidades nos principais fertilizantes usados. Os metais Zn, Cu, Cr, Co, e Pb podem ser, principalmente, encontrados em formas biologicamente menos disponíveis, por exemplo residual, orgânico e fixado a Fe e óxidos de Mn. Somente Cd e Mn mostram porcentagens elevadas de frações trocáveis e hidrossolúveis que favorecem a entrada destes elementos tóxicos na cadeia alimentar e na contaminação da

água. A Tabela 6.2 mostra a quantidade de metais pesados carregados durante um ciclo da cultura de pepino.

Tabela 6.2. Quantidade de metais pesados durante cultivo de pepino com respeito aos tipos diferentes de cultivo (Parcelas de Caetés).

Sistema de cultivo	Pb [g/ha]	Cu [g/ha]	Ni [g/ha]	Cr [g/ha]	Cd [g/ha]	Co [g/ha]	Zn [g/ha]	Mn [g/ha]
Tradicional-(trator) aração morro abaixo (Parcela A)	982 (1.6)	609 (2.0)	214 (1.8)	196 (0.6)	40 (11.8)	158 (5.4)	3033 (13.4)	1604 (2.6)
Tradicional melhorado (trator) aração abaixo (Parcela B)	465 (0.8)	316 (1.0)	3 (0.02)	78 (0.2)	2 (0.6)	79 (2.7)	965 (4.3)	714 (1.1)
Tração animal (Parcela C)	192 (0.3)	179 (0.6)	56 (0.5)	39 (0.1)	3 (0.9)	32 (1.1)	550 (2.4)	309 (0.5)
Cultivo mínimo (Parcela D)	93 (0.1)	76 (0.2)	20 (0.2)	24 (0.08)	5 (1.5)	20 (0.7)	222 (1.0)	208 (0.3)

1. Os números entre parêntese representam a porcentagem da quantidade adicionada pelos fertilizantes.

2. As técnicas de cultivo utilizadas nas parcelas de Caetés estão descritas no Capítulo 6.7.1.

6.9 Perdas de Nutrientes Causadas pela Erosão

Para avaliar a perda de nutrientes de plantas sob as diferentes práticas de manejo do solo, foram analisadas as amostras de solo coletadas nas parcelas de Wischmeier (Villarreal Núñez,1998). Foi observado, que a perda de nutrientes nas diferentes parcelas é quase proporcional à perda de solo. Isto significa, que as técnicas de cultivo tradicionais não só resultam em uma alta quantidade de solo erodido, mas, também, em uma quantidade altamente considerável de valiosos nutrientes de planta que estão ao mesmo tempo sendo perdida. As culturas podem sofrer uma falta de nutrientes que dificultam o seu desenvolvimento resultando, então, em menores produções/ha. Portanto, o fazendeiro necessita aplicar quantias mais elevadas de fertilizantes, o que vai aumentar os seus custos de produção. Por outro lado, os nutrientes como nitrogênio, fósforo, etc são lixiviados e/ou transportados pelo escoamento para rios e lagos onde eles provocam falta de oxigênio, mortal para os peixes, assim como contribuem para o processo de eutroficação devido ao aumento de sua concentração.

6.10 Água Superficial e de Uso Doméstico

Foram coletadas amostras de água em vários pontos ao longo da área do projeto para determinar a qualidade global da água. A maioria da zona rural não é abastecida pela estação municipal de tratamento de água, e então os fazendeiros se abastecem de água de poços para uso doméstico.

Estes poços normalmente não são muito fundos e estão localizados perto de riachos, lagos ou em terrenos cultivados. Isto conduz à suposição, pois os poços são alimentados, principalmente, por água superficial ou de água próximo à superfície, em vez de lençol freático profundo.

Análise da água doméstica dos poços mostrou níveis toleráveis de Fósforo, Nitrato, Nitrito, Cloreto, e Cobre, mas apresentam níveis elevados de contaminação por coliformes fecais. Isto prova o vínculo íntimo da água de poço com a superfície ou indica a possibilidade de contaminação direta por fezes de animais. Isto é, especialmente perigoso, como o *Coli Escherichia*, que pode ser um indicador da presença de germens patógenos mais perigosos. Tem que ser enfatizado que um dos poços analisados e contaminado era o poço da escola local.

A água municipal em Palmares mostrou níveis de fosfato duas vezes mais alto que o limite europeu.

Riachos e lagoas apresentam um nível muito baixo de Oxigênio (exceto em Palmares), mas, surpreendentemente, eles ainda estão habitados por peixes. O valor do pH é muito alto, embora a terra local seja ácida. A quantidade de Fósforo é mais alta que o padrão alemão; Cobre está próximo ao nível crítico. Todas as águas superficiais apresentam elevados níveis de *Coli Escherichia*, o que é esperado, uma vez que não existe tratamento de esgoto, antes da água usada ir para os riachos.

Embora ainda abaixo dos limites toleráveis, as características dos corpos de água já indicam que há muita pressão neles. População crescente e uso crescente de agroquímicos conduzirão depressa a níveis intoleráveis e, então, serão necessárias melhorias urgentes no abastecimento de água e no tratamento das águas usadas.

6.11 Conclusões

Como já foi dito no início deste capítulo, erosão do solo não é apenas um problema técnico. Estruturas socioeconômicas e políticas também têm que ser consideradas. Não obstante, a aplicação de medidas de conservação de solo não podem esperar que as condições socioeconômicas e políticas sejam favoráveis. Perda de solo através de erosão é irreversível. Atividades de conservação, portanto, não devem ser retardadas. Atividades de conservação e pensamento conservacionista devem acontecer simultaneamente.

7 INTRODUÇÃO DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS DE CULTIVO

*Claúdio Lucas Capeche*²

*Sylvio Romero de Carvalho*²

*José Ronaldo de Macedo*²

*Francesco Palmieri*²

*Sergio Gomes Tôsto*²

*Adoildo da Silva Melo*²

*Sérgio Trábali Camargo Filho*¹¹

*Salomão Aronovich*¹¹

*Leonardo Vicente*¹²

Para o manejo dos solos, água, culturas e dos fragmentos florestais foram selecionadas áreas nas propriedades dos produtores rurais. Nestas foram introduzidos sistemas de produção apropriados em função das características ambientais e das condições socioeconômicas e culturais dos produtores rurais. Foram construídos terraços, linhas de contorno, açudes, introduzidas novas culturas de olerícolas e recuperadas áreas de pastagens degradadas. Entre as atividades executadas são evidenciadas os experimentos em propriedades rurais.

7.1. Área de Diversificação de Produção Agrícola

Foi selecionada uma área de 1,6ha, a qual está localizada em um anfiteatro natural (Figura 7.1), onde todas as atividades foram monitoradas. Neste anfiteatro, ocorrem as seguintes classes de solos: Latossolo Amarelo nos topos das elevações e nos ombros das elevações; Podzólico Vermelho-Amarelo na meia encosta e nas bases das rampas; e Cambissolos nos pedimentos, com predominância das duas primeiras classes de solo. O gradiente de declividade varia de 3 a 8% (suave ondulado) nos topos das elevações e nos pedimentos, de 20 a 45% (forte ondulado) nos ombros e meia encosta, de 8 a 20% (ondulado) na base das rampas. (Figura 7.1)

7.1.1 Material e Métodos

Após a caracterização ambiental da área (solo, clima, relevo, vegetação, declividade, água disponível, risco de erosão e outros) e avaliação das condições de mercado, foram realizadas reuniões com a participação de pesquisadores da Embrapa Solos e da Pesagro Rio, extensionistas da Emater Rio e produtores rurais para elaborar o plano de utilização da área, compreendendo a seleção de culturas e sua distribuição na área, assim, como o

¹¹ Pesquisador da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária. Pesagro-Rio.

¹² Estagiário da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Solos.

estabelecimento dos tipos mais adequados de manejo de solo e culturas, controle de erosão e dos sistemas de irrigação. As culturas selecionadas foram: maracujá, tomate, mandioca, batata doce, jiló, ervilha e abóbora.



Figura 7.1. Vista geral do anfiteatro da área selecionada em propriedade de agricultor. Município de Paty do Alferes, RJ.

7.1.2 Sistemas Alternativos de Produção sob Irrigação e Melhoramento de Práticas de Cultivo em Propriedades de Agricultores

Cultura de Maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Den.)

A área selecionada para esta cultura de ciclo médio foi de aproximadamente 0,6 hectares. Cultivada anteriormente com tomate, estava degradada e com um ano de pousio. O relevo é forte ondulado com 35% de declividade (Figura 7.2).



Figura 7.2. Vista do experimento de Maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Den.).

Testes com penetrógrafo revelaram que o solo apresentava pouco a nenhuma resistência à penetração, indicando boas características físicas e ausência de compactação, não justificando a aração. Depois de aplicação de herbicida, foram feitas covas de (0,40m x 0,40m x 0,40m) seguindo as curvas de níveis, com espaçamento de 3,0m entre plantas e 4,0m entre as linhas de contorno, com um total de 500 plantas/0,6ha. As mudas das plantas foram produzidas em estufas na comunidade, sendo transferidas para o campo (aclimação) uma semana antes do plantio. As covas foram abertas na cobertura morta (Figura 7.3). Após análise do solo, foi feita adubação orgânica com cama de galinha e mineral e efetuado plantio das mudas.



Figura 7.3. Vista da área a ser plantada com maracujá, após aplicação de herbicida.

Município de Paty do Alferes, RJ.

Cultura de Olerícolas

A área selecionada para a produção diversificada de olerícolas foi de aproximadamente 0,4ha, onde as formas topográficas variavam de suavemente ondulado a ondulado com um gradiente de declividade de até 15%. Esta área, também, estava com um ano de pousio (Figura 7.4).

A demarcação das linhas de contorno foi o primeiro passo, a área foi arada paralela às curvas de níveis com um micro-trator para incorporar as ervas daninhas, foram construídos terraços para reduzir a velocidade do escoamento superficial e paliçadas nos antigos sulcos (Figura 7.5).

A cobertura vegetal não foi queimada e a área inteira foi preparada com trator. Fertilizantes químicos e cama de galinha foram usados dentro dos sulcos. As culturas implantadas são mostradas na Tabela 7.1.



Figura 7.4. Área preparada para plantio de culturas olerícolas.



Figura 7.5. Detalhe da proteção dos sulcos com paliçadas.

Tabela 7.1. Culturas implantadas.

	1º ano 1996	2º ano - 1997	3º ano - 1997 / 1998
Local 1	Tomate	Couve-flor	Pimentão+Feijão+Tomate
Local 2	Mandioca	Jiló + Feijão	Tomate
Local 3	Batata doce	Jiló	Tomate
Local 3	Milho	Tomate + Pimentão	Feijão

Cultura de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

A área cultivada com tomate no 1º ano foi de aproximadamente 0,16ha, com gradiente de declividade de 15%. Após a aplicação de herbicida os resíduos foram incorporados no solo com um trator." A variedade de tomate usada foi "Débora Plus".

A cultura foi conduzida sob três sistemas de produção:

- sistema tradicional com estacas cruzadas;
- sistema tradicional com estacas alternadas;
- sistema introduzido com fitílio para tutoramento das plantas.

No sistema tradicional com estacas de bambu cruzadas foi utilizado o espaçamento de 0,90 x 0,90 x 1,00 metros. (Figura 7.6). As plantas foram amarradas às estacas com fita plástica. O número de pencas e de frutos por penca não foi definido.



Figura 7.6. Cultura de tomate sob sistema tradicional com estacas de bambu cruzadas.

No sistema tradicional com estacas alternadas, o espaçamento foi 0,60 x 0,90 x 1,00 metros e os tratos culturais foram semelhantes ao sistema tradicional com as estacas cruzadas.

No sistema introduzido com fitílios plásticos, as plantas foram tutoradas por tiras amarradas a um arame, em vez de estacas de bambu (Figura 7.7). As plantas de tomate foram podadas a uma certa altura para terem um número definido de pencas e número de frutos por penca. O espaçamento entre plantas em um experimento foi 0,30x1,00 metros (única fila) e, em outro experimento foi 0,30 x 0,60 x 1,20 metros (fila dupla).



Figura 7.7. Sistema introduzido com fítios para tutoramento das plantas de tomate.

A fertilização consistiu cama de galinha, na proporção de 1kg/cova, complementada através de fertilizantes químicos, os quais foram colocados nos sulcos e misturados com o solo. No sistema tradicional usado por produtores locais da área, apenas 200g de fertilizante orgânico são usados por cova e fertilizante químico é adicionado sem qualquer análise de solo.

Para o controle de pragas e doenças os produtos fitossanitários foram aplicados seguindo a orientação dos Técnicos de Extensão da Emater-Rio. Apesar do cuidado, ocorreu uma infestação de *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary e a broca de fruto *Neuleucinodes elegantalis* (Guenée), afetando a cultura no princípio da produção.

Cultura de Mandioca (*Manihot utilissima* Pohl)

A área para cultivo de mandioca foi aproximadamente de 0,1ha, com espaçamento 0,50 x 0,50 x 1,00 metros em linha dupla (Figura 7.8). Foi feita adubação por cobertura com N e K. Esta cultura foi muito danificada pela falta de chuvas (o sistema de irrigação ainda não tinha sido instalado) e foi atacada pela broca do talo (*Silba pendula*, Bessi, 1919).

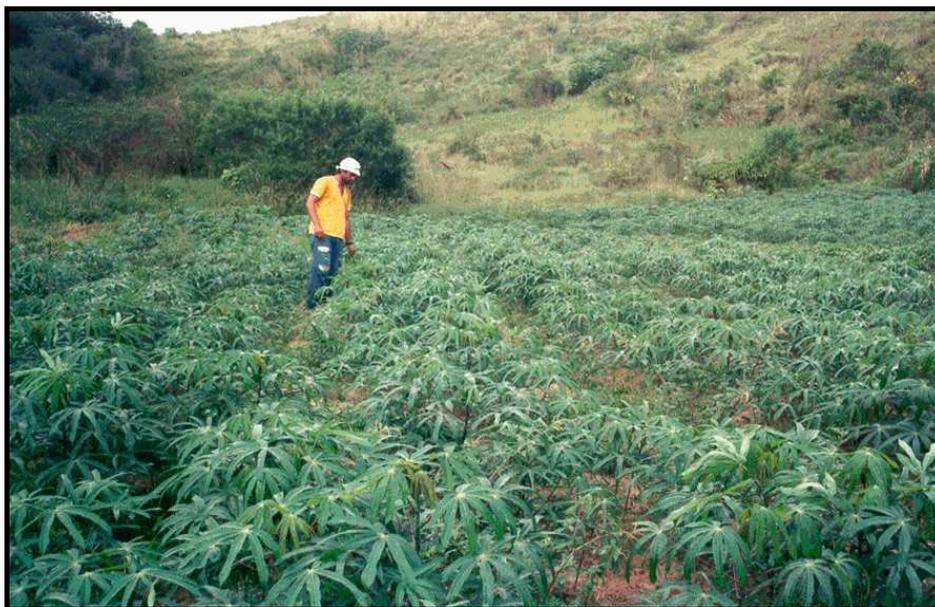


Figura 7.8. Cultura de Mandioca (*Manihot utilissima* Pohl).

Cultura de Batata Doce (*Ipomoea batatas* Poir.)

A área de cultivo da batata doce ocupou aproximadamente 0,1ha e o espaçamento foi de 0,25 x 1,00m (Figura 7.9). Foi feita a fertilização do solo por cobertura com N e K. Esta cultura rendeu 35 caixas de 25kg com uma produção total de 875kg/950m². O equivalente a 9.210kg/ha, o que está próximo da média nacional de 10.000kg/ha.



Figura 7.9. Cultura de Batata Doce (*Ipomoea batatas* Poir.).

Esta cultura também foi afetada pela escassez de chuva (o sistema de irrigação não tinha sido instalado). Mesmo assim, ganhou a competição na Feira de Tomate, que é um evento tradicional no Município de Paty do Alferes.

Outro fato importante foi a aceitação muito boa deste tipo de cultura no sistema produtivo da comunidade. Vários produtores, aproximadamente 10% da comunidade, levaram batatas semente para plantar e começar a cultivar batata doce.

Cultura de Jiló (*Solanum gilo*)

Foi utilizada a área onde previamente tinha sido cultivado mandioca (*Manihoutilissima Pohl*) e batata doce (*Ipomoea batatas Poir*). A área de cultivo de jiló ocupou 0,14ha. A plantação foi feita com mudas, em sulco com espaçamento de 1,00 x 1,00 x 1,50 metros em fila dupla, sendo usado a variedade "Comprido Grande Rio" Foi aplicado cama de galinha na quantidade de 700g/cova.

Cultura de Pimentão (*Capsicum annuum*)

A área cultivada com pimentão foi de 0,09ha. Foi feito, simplesmente, o corte dos resíduos e ervas daninhas para abrir os sulcos com espaçamento de 1,00 x 1,00m. Testes efetuados com penetrógrafo mostraram que a área não estava compactada e, portanto não foi preciso arar a área. A variedade "1029" foi plantada com 0,50m de distância entre as plantas, e fertilizante orgânico e cama de galinha foram aplicados na proporção de 500g/cova.

Cultura de Feijão (*Phaseolus vulgaris*)

A área cultivada com feijão ocupou uma área de 0,03ha. A plantação foi feita em sulco com um espaçamento de 25 x 50 x 100 cm. No ano anterior a área tinha sido cultivada com mandioca. Não foi aplicado fertilizantes nesta cultura, as plantas utilizaram o adubo residual das culturas anteriores.

7.1.3 Sistemas de Irrigação

O sistema tradicional de irrigação no município consiste em, apenas, verter água nos sulcos (Figura 7.10) sem qualquer orientação técnica, sempre causando escoamento superficial, erosão do solo e contaminação dos riachos e reservatórios (Figura 7.11).



Figura 7.10. Sistema tradicional de irrigação.



Figura 7.11. Escoamento superficial de água com fertilizantes e pesticidas, aplicados sob sistema tradicional de irrigação.

Os sistemas de irrigação instalados para condução dos experimentos foram definidos em função do tipo de solo, topografia do terreno, quantidade e qualidade da água, força de trabalho disponível e tipo de cultura a ser irrigada.

Em relação ao tipo de cultura, um sistema de irrigação por gotejamento (Figura 7.12) foi selecionado para as parcelas de olerícolas e um sistema de micro-aspersão para a cultura de maracujá (Figura 7.13).



Figura 7.12. Sistema de irrigação por gotejamento para olerícolas em terras de produtor rural.



Figura 7.13. Cultura de maracujá com sistema de irrigação de micro-aspersão.

A qualidade da água a ser usada na irrigação foi baseada na avaliação da quantidade, natureza e dimensão do material sólido em suspensão. Devido à alta quantidade de sólidos em suspensão na água, um sistema de filtros duplos foi instalado com o objetivo de reduzir ao mínimo a passagem de sólidos pelo sistema. Um sistema pressurizado foi escolhido, onde o monitoramento e a manutenção fosse simples e fácil de passar para outra seção de irrigação.

Para instalação do sistema de irrigação, foi elaborado um mapa topográfico de toda a área e se fez necessário a ampliação de um açude. O açude ficou com uma capacidade de armazenamento de aproximadamente 650m³ de água.

7.1.4 Resultados

Pouca diferença foi observada nos rendimentos entre a parcela com fila única e a parcela com fila dupla, ambas com tutoramento de fitílio, embora o produtor achasse mais fácil aplicar os tratamentos culturais na parcela com fila única com espaçamento de 0,30 x 1,00m. Porém, em nível de produtividade (produção x área) há uma diferença clara entre os três sistemas de produção quando a produção é comparada. Na Tabela 7.2, são mostrados os rendimentos da produção de tomates, em terras de agricultores, sob os três sistemas testados na pesquisa.

Tabela 7.2. Rendimento de tomates sob os três sistemas testados. Variedade “Debora Plus”.

SISTEMAS	Área plantada m ²	Número de plantas	Rendimento kg	Rendimento kg/ha
Tradicional com estacas cruzadas	690	1150	1525	12 100
Introduzido fitílio – fila única	490	850	1475	31 100
Introduzido fitílio –fila dupla	430	1200	1350	31 375

O sistema introduzido com fitílio e fila única produziu 157% acima do tradicional com estacas de bambu cruzado. O produtor fez as seguintes observações: o sistema introduzido com tiras é muito mais econômico e exige menos trabalho manual para plantar e manejar as plantas de tomate; as incidências de pragas e doenças foram menores no sistema com tiras; a fertilização orgânica usada na plantação em dose maior do que é tradicionalmente usada, permitiu um desenvolvimento melhor das plantas de tomate.

Para avaliar a eficiência econômica das práticas de conservação e/ou do sistema de produção de rotação, foi feita uma avaliação dos custos totais e benefícios gerados, de acordo com os resultados apresentados nas Tabelas 7.3 e 7.4. Os indicadores econômicos não são contudo favorável ao produtor rural, porque considerando o esforço, estes mostram negativa margem bruta e relação Benefício x Custos (B/C) menor que 1.

Tabela 7.3. Avaliação econômica da produção, custos e mão de obra nas parcelas em terras de produtores rurais.

Cultura	Rendimento/ caixa/25kg	Custo Total	Renda Bruta	Margem Bruta	Trabalho	Trabalho
				US\$		
Maracujá	*292	4229.12	1731.00	- 2376,80	804.00	19.01
Tomate	248	1.114.91	714.00	- 388.25	330.00	29.60
Pimentão	132	821.32	441.00	- 380.32	129.00	15.70
Jiló	28	656.98	98.00	-558.98	156.00	23.74
Total	700	6822.33	3011.00	- 3704.35	1419.00	21.00

Fonte: Dados de Pesquisa * 1º ano

Tabela 7.4. Avaliação econômica de agroquímicos nas parcelas em terras de produtores rurais

Cultura	Pesticida	Fertilizante	Custo/Cx	Pesticida	Fertilizante	Relação B / C
	US \$	%				
Maracujá	92.50	628.40	14.48	2.18	14.85	0.41
Tomate	52.79	63.15	2.98	4.71	5.60	0.66
Pimentão	38.10	94.35	6.22	4.64	11.46	0.54
Jiló	35.00	75.60	23.46	5.33	11.51	0.15
Total	218.30	861.50	9.75	3.20	12.63	0.44

Fonte: Dados de Pesquisa

Estes resultados não são favoráveis, porque nesta primeira análise, foram considerados todos os custos para o implantação das parcelas nas terras dos agricultores, como: práticas de manejo e conservação de solo, aração, elaboração de um mapa topográfico da área, construção e manutenção de canais, demarcação de linhas de contorno, construção de terraços e paliçadas. Deve ser considerado que nesta fase não tinha sido possível implantar, completamente, o sistema de irrigação devido a problemas operacionais o que provocou uma diminuição de rendimento na produção vegetal.

Em termos de benefícios iniciais para o produtor e para os objetivos do projeto. Pode-se dizer que houve um controle efetivo da erosão e uma diminuição significativa no uso de pesticidas e fertilizantes. Comparando os gastos com fertilizantes e pesticida nas parcelas experimentais das propriedades particulares com aqueles dos fazendeiros da área da microbacia, é possível afirmar que foi verificada uma diminuição no uso de pesticidas e fertilizantes na ordem de 64,5% e 35,1%, respectivamente.

Finalmente pode-se considerar que este trabalho segue um ritmo comparado a um projeto de investimento onde os custos iniciais são altos e depois da fase de maturação começará a mostrar resultados econômicos mais confortáveis para os produtores rurais.

Também foi observado que com a renda obtida na última colheita de tomate e do maracujá, o produtor rural fez várias melhorias em sua residência e no padrão de vida.

7.2 Recuperação de Área Degradada em Terras de Agricultor

Os locais selecionados vinham sendo usados com culturas de olerícolas sob técnicas de cultivo tradicionais, e eles estavam completamente degradados pela erosão.

O alvo deste trabalho foi recuperar áreas degradadas pelo plantio contínuo de tomate, através do estabelecimento de pastagens para recuperação dos solos e proporcionar uma produção agrícola sustentável. Este trabalho foi possível através da introdução de gramíneas e de leguminosas arbóreas de crescimento rápido.

Dois experimentos foram implantados em uma área com topografia forte ondulada com declive de 40%, com vários sulcos no sentido do declive e que estava abandonada por aproximadamente 3 anos.

7.2.1 Material e Métodos

Local 1. Recuperação de área degradada com introdução de gramíneas forrageiras e leguminosas herbáceas.

Este experimento consistiu de quatro parcelas de 12,5 x 50m cada (Figura 7.14). Um perfil de solo foi descrito e coletado em uma trincheira recentemente aberta para se fazer a caracterização química e física antes de introduzir as gramíneas e as leguminosas.



Figura 7.14. Área degradada onde foram instalados os experimentos com gramíneas forrageiras para recuperação da mesma.

Cada uma das quatro parcelas(P) foi plantada com uma gramínea: P1 - *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. O plantio desta gramínea foi realizado com sementes em linhas distantes 70cm e com uma taxa de sementeira de 8,0kg/ha; P2 - “Coast-Cross” (*Cynodon dactylon* (L. Pers. cv. “Coastal”) x *C. nlemfuensis Vanderyst var robustus*) ; P3 - Tifton (*Cynodon sp.*) e P4 - Swazi (*Digitaria swazi-landensis*). As três últimas gramíneas foram plantadas através de estolões em sulcos, com espaçamento de 70cm entre si. As quatro gramíneas foram consorciadas com a leguminosa *Centrosema pubescens* Beth, esta, plantada em linhas espaçadas de 1,40m (Figura 7.15). A taxa de sementeira da leguminosa foi de 6,0kg/ha. As linhas da leguminosa foram adubadas com 60kg/ha de P₂O₅ , 60kg/ha de K₂O e 40kg/ha de FTE-BR16.



Figura 7.15. Vista parcial da área após um ano de plantio de gramíneas e leguminosa (*Centrosema pubescens* Beth).

Durante o período experimental, foram realizados 16 cortes por gramínea a uma altura de 10cm da superfície do solo e área de 0,25m²/corte, para avaliação de produção de matéria seca/ha e determinação de proteína bruta.

Local 2. Recuperação de área degradada com introdução de gramíneas e leguminosas arbóreas.

Neste experimento foram usadas as mesmas gramíneas, receberam a mesma fertilização e foram plantadas da mesma maneira. As dez árvores de leguminosas foram as seguintes:

1. Angico do cerrado (*Anadenanthera peregrina*),
2. Caliandra (*Caliandra surinamensis*),

3. Angico Branco (*Anadenanthera colubrina*),
4. Erytrina (*Erythrina velutina*),
5. Angico Canjiquinha (*Peltophorum dubium*),
6. Acácia (*Acácia mangium*),
7. Senna (*Senna siamea*),
8. Leucena (*Leucaena leucocephala*),
9. Gliricídia (*Gliricidia sepium*); e
10. Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*).

Estas espécies foram plantadas no campo dia 28 de dezembro de 1995, em covas com espaçamento de 5 x 5m, seguindo as linhas de contorno. Elas receberam uma fertilização adicional de 100g de fosfato de rocha e 10g de FTE BR 10/planta.

7.2.2 Resultados

O experimento com quatro gramíneas em consorciação com Centrosema mostrou que as gramíneas Marandu e Swazi foram as mais eficientes na produção de matéria seca (Figura 7.16), mas a gramínea Swazi teve melhor efeito nas propriedades do solo, por apresentar uma melhor cobertura do solo e sistema radicular mais desenvolvido.

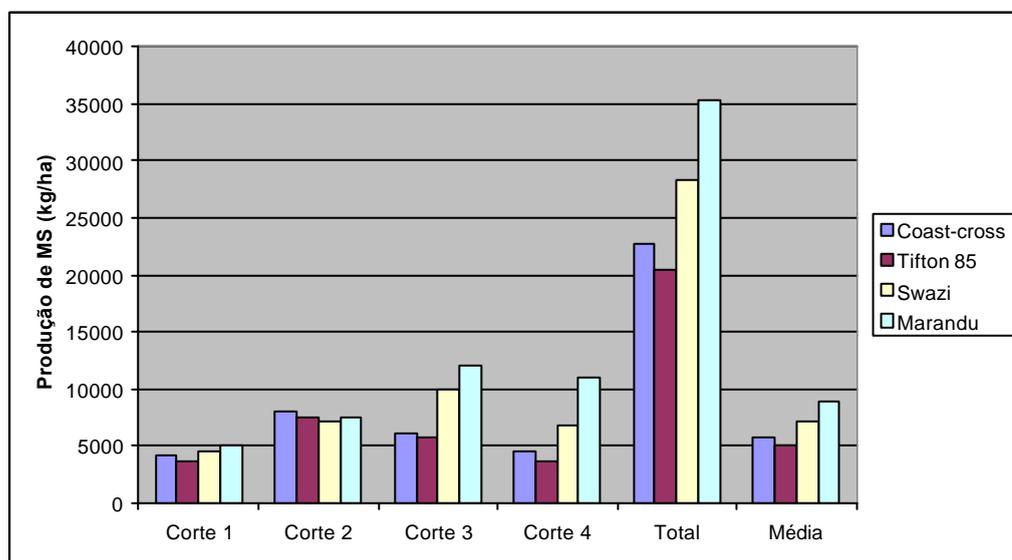


Figura 7.16. Matéria seca das gramíneas Coast-cross, Tifton 85, Swazi e Marandu consorciada com Centrosema. Média de 16 repetições.

O experimento com gramíneas consorciadas com leguminosas arbóreas mostrou que a gramínea Marandú, depois do 3º corte, produziu maior quantidade de matéria seca, seguida pela gramínea “Coast-cross” (Figura 7.17).

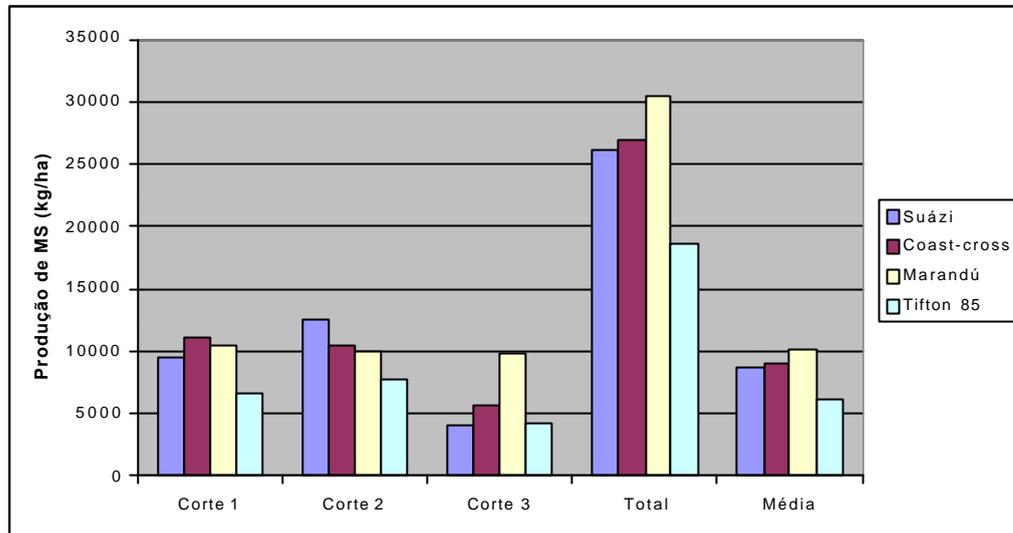


Figura 7.17. Matéria seca das gramíneas Coast-cross, Tifton 85, Swazi e Marandú consorciadas com leguminosas arbóreas. Média de 16 repetições.

Com respeito às características do solo baseado na porosidade e caracterização morfo-estrutural do perfil, pode ser observado uma tendência da gramínea Swazi em produzir, inicialmente, uma melhor recuperação física do solo estudado.

A respeito do comportamento funcional do solo (estrutura, porosidade, consistência, desenvolvimento de raízes, atividade biológica, etc) as gramíneas utilizadas apresentaram comportamento similares, porém o desempenho da gramínea Swazi foi melhor em relação às outras espécies com relação à cobertura da superfície do solo (Tabela 7.5 e Tabela 7.6).

Os resultados das análises químicas mostram uma tendência da gramínea Swazi melhorar, inicialmente, a fertilidade do solo. Isto pode ser notado especialmente pelo aumento de matéria orgânica do solo expressa como carbono e porcentagens de nitrogênio comparando as quatro gramíneas (Tabela 7.7).

Tabela 7.5. Densidade real e aparente, porosidade total, micro e macro-porosidade das parcela com gramíneas, consorciadas com Centrosema. Dezembro/96.

Horizonte	Densidade real g/cm ³	Densidade aparente g/cm ³	Porosidade total		Micro Porosidade %	Macro-porosidade	
			medido	calculado		medido	calculado
Coast-cross							
Ap1	2.56	1.27	52	51	24	28	27
AB	2.56	1.54	44	40	35	09	05
Bt1	2.50	1.53	42	41	34	08	07
Tifton							
Ap	2.52	1.45	48	42	36	12	06
AB	2.58	1.59	44	39	37	07	02
Swazi							
Ap	2.55	1.34	52	48	30	22	18
AB	2.58	1.57	43	39	31	12	08
Marandu							
Ap	2.56	1.27	54	51	30	24	21
AB	2.56	1.62	41	37	34	07	03

Tabela 7.6. Densidade real e aparente, porosidade total, micro e macro-porosidade das parcela com gramíneas consorciadas com leguminosas arbóreas. Outubro/97.

Horizonte	Densidade real g/cm ³	Densidade aparente g/cm ³	Porosidade total		Micro Porosidade %	Macro-porosidade	
			medido	calculado		medido	calculado
Coast-cross							
Ap	2.63	1.25	52	52	28	24	24
Bt1	2.63	1.46	47	44	34	13	10
Tifton							
Ap	2.63	1.25	52	52	27	25	25
AB	2.60	1.55	41	40	32	09	08
Swazi							
Ap	2.60	1.39	48	47	31	17	16
AB	2.63	1.44	45	45	33	12	12
Bt1	2.60	1.43	45	45	33	12	12
Marandu							
Ap	2.60	1.23	53	53	24	29	29
Bt1	2.63	1.49	46	43	36	10	07

Tabela 7.7. Análises químicas do solo da parcela cultivada com a gramínea Swasi, avaliada em novembro (antes do plantio), janeiro/1996 (30 após plantio), dezembro/1996 e outubro/1997.

Data	pH	Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	P	K	H ⁺ + Al ⁺⁺⁺	C	N	Situação
	H ₂ O	-----cmol _c /kg-----			mg/kg	----cmol _c /kg----		---g/kg---		
11/95	4.2	1.0	0.3	0.3	2	0.05	5.4	3.7	0.8	Antes do plantio
01/96	4.2	0.7	0.4	0.4	5	0.17	3.9	8.9	0.9	30 após plantio
12/96	4.3	1.2	0.7	0.7	7	0.11	4.1	9.0	0.9	12 meses após plantio
10/97	4.5	1.0	1.0	0.8	17	0.34	6.7	13.5	1.4	22 meses após plantio

Considerando todos os parâmetros mencionados, uma classificação das gramíneas em relação à capacidade de recuperação do solo pode ser estabelecido como:

Swazi > Coast-cross > Tifton > Marandu

A área cultivada com a gramínea Swazi mostrou uma densa e contínua cobertura do solo. Este fato diminui o risco de erosão e o efeito de embate da água sobre os agregados do solo. A abundância de raízes distribuída ao longo dos horizontes sub-superficiais contribui para uma boa estabilização do solo, uma melhor taxa de infiltração, maior incorporação de material orgânico através de atividades biológicas e circulação de nutrientes, favorecendo, então, a recuperação da estrutura do solo e melhoria de sua fertilidade.

8 MONITORAMENTO DE AGROQUÍMICOS E SEU IMPACTO NO MEIO AMBIENTE

Damió Barceló¹³

Francisco José Roma Paumgarten¹⁴

Irene Baptista de Alleluia¹⁵

Isabella Fernandes Delgado¹⁵

Cenira Baggio¹⁵

Elba Santos Oliveira¹⁵

8.1 Nitratos, Nitritos e Fosfatos

8.1.1 Comentários Gerais

Em Paty do Alferes o relevo é muito acidentado e encostas com mais de 50% de declividade são cultivadas, o que significa um alto potencial de erosão. Devido a estas condições, pode-se esperar uma alta contaminação das águas de superfície, devido ao emprego de quantidades excessivas de fertilizantes.

O emprego de fertilizantes promove a contaminação com fósforo através do uso de quantidades excessivas e subsequente erosão e lixiviação. O fósforo é um elemento essencial no processo de crescimento de microorganismos de água superficial, tal como os plânctons, mas, quando usado em excesso, provoca uma multiplicação excessiva destes microorganismos. Como mostrado em outro capítulo, a perda deste nutrientes está diretamente associada à erosão e ao manejo do solo.

Para determinar a contaminação de corpos de água com nitrato e fosfato, foram coletadas amostras em maio durante a estação seca e em outubro na estação chuvosa. Foram coletadas amostras de alguns córregos e riachos, de açudes de irrigação, de poços e de nascentes de água utilizadas para consumo doméstico devido aos habitantes locais fazerem uso de água natural sem tratamento.

8.1.2 Material e Métodos

As amostras de 100ml coletadas foram filtradas “in loco” com fibra de vidro em frascos de polietileno. Os frascos foram mantidos em gelo para conservação, até serem levados para o laboratório para análise. Cada amostra foi dividida em três partes e passadas

¹³ Pesquisador do Consejo Superior de Investigaciones Cientificas. CID-CSIS. Barcelona. Espanha.

¹⁴ Pesquisador Médico da Fundação Instituto Oswaldo Cruz. FIOCRUZ. Rio de Janeiro. RJ. Brasil.

¹⁵ Pesquisador do Instituto Nacional de Tecnologia. INT. Rio de Janeiro. RJ. Brasil.

em colunas de cádmio para reduzir todo o nitrato para nitrito. Depois de passar pela coluna, a solução é misturada com a solução tampão de *sulfanilamide* - (*hydrochloride N-(1-naftil) - ethilenodiamide*). As soluções resultantes foram medidas com um espectrofotômetro a 540nm. Os valores das concentrações foram obtidos através de comparação com a curva de calibração. Estes valores foram subtraídos dos valores de nitrito existentes na amostra antes de passar pela coluna de cádmio.

Os reagentes utilizados foram todos da MERCK, PA, assim, como, também o cádmio granulado. O grau de precisão do método é 0,1µm/l.

Para determinação do fosfato, o método usado foi o *molybdiphosphoric acid* com redução através de ácido ascórbico, usando três partes de cada amostra previamente filtradas. O grau de precisão deste método é 0,1µmol/l. As concentrações foram obtidas através comparação com uma curva de calibração. O pHmetro utilizado foi um CG 840 (Shott). O condutivímetro ANALION, modelo C-702. O espectrofotômetro foi PERKIN ELMER, Lambda 15.

8.1.3 Resultados

A Tabela 8.1 mostra as análises de pH, condutividade, nitrato, nitrito e fosfato das amostras coletadas nas diferentes estações do ano nas três comunidades da Microbacia do Córrego da Cachoeira (Caetés, Bela Vista e Campo Verde). Cada amostra foi identificada com um código de letras: as duas primeiras letras correspondem às iniciais do nome do proprietário da fazenda onde a amostra foi coletada; depois vem a identificação da microbacia (MBC - Microbacia Cachoeira; MBG - Microbacia Baixo Guandu); finalmente, é indicado o local da propriedade onde a amostra foi colotada (RI-Açude para irrigação; PD-Poço para uso doméstico; ND-Fonte de água para uso doméstico). Faz-se necessário ressaltar que o monitoramento destas características não é uma tarefa fácil de ser executada, devido ao caráter migratório dos cultivos de olerícolas, o que causa as mudanças de locais dos açudes e poços utilizados para suprimento de água para a irrigação.

Não foram observados valores acima dos limites permitidos para água potável. Pequenas diferenças foram observadas entre as amostras coletadas na estação seca e chuvosa.

Não foram encontradas diferenças significantes na água utilizada para irrigação entre amostras coletadas nas duas diferentes estações. Diferenças pequenas foram causa das pelo abandono dos reservatórios de irrigação, devido à procura constante de novas áreas de cultivo.

Apesar da aplicação intensiva de fertilizantes e de defensivos agrícolas, na região, não foi achado nenhum dado alarmante de contaminação. Foram encontrados níveis de nitrato e nitrito com valores acima do estabelecido para água potável (10mg/l), mas só em duas das amostras analisadas, apenas, durante a primeira análise, mas, não foi confirmado em outras amostras. As amostras apresentaram valores de fosfato abaixo do limite detectável. (Tabela 8.1).

Tabela 8.1. Valores de pH, condutividade e concentração de nitrato, nitrito e fosfato em amostras de água de Paty do Alferes, RJ e Afonso Claudio, ES.

Amostra	pH	Condutividade mg/l	Nitrato mg/l	Nitrito mg/l	Fosfato mg/l	Observações
JO/MBCPD (m)	5.95	39.1	n.d.	n.d.	n.d.	Poço da mãe
JO/MBCRI (l)	5.0	51.1	n.d.	n.d.	n.d.	Rep. Lateral
JO/MBCI (n)	5.0	53.2	n.d.	n.d.	n.d.	
BE/MBCRI	6.28	67.6	n.d.	n.d.	n.d.	
BE/MBCPD	5.4	58.7	n.d.	n.d.	n.d.	
DI/MBCRI	5.62	46.2	n.d.	n.d.	n.d.	
JÁ/MBCRI	5.8	56.3	n.d.	n.d.	n.d.	
JÁ/MBCPD	6.4	50.0	n.d.	n.d.	n.d.	
JD/MBCPD	6.13	31.3	n.d.	n.d.	n.d.	
JD/MBCPI	6.71	106.0	n.d.	n.d.	n.d.	
JF/MBCRI	5.32	76.2	n.d.	n.d.	n.d.	
JF/MBCPD	6.12	89.0	n.d.	n.d.	n.d.	
JO/MBCRI	5.83	34.0	n.d.	n.d.	n.d.	
JS/MBCRI	7.2	108.2	n.d.	n.d.	n.d.	
JS/MBCPD	5.84	56.0	n.d.	n.d.	n.d.	
LC/MBCPD	6.2	45.2	n.d.	n.d.	n.d.	
OB/MBCRI	5.64	59.8	n.d.	n.d.	n.d.	
OB/MBCPD	5.5	52.3	n.d.	n.d.	n.d.	
OL/MBCND	6.34	112.2	n.d.	n.d.	n.d.	
OR/MBCRI	6.10	58.2	n.d.	n.d.	n.d.	
OS/MBCPD	5.12	44.6	n.d.	n.d.	n.d.	
OS/MBCRI	5.37	37.0	n.d.	n.d.	n.d.	
AS/MBCPD	5.9	60.6	n.d.	n.d.	n.d.	
LB/MBC/PD	6.0	94.3	n.d.	n.d.	n.d.	
GI/MBCPD	6.55	108.4	n.d.	n.d.	n.d.	
GI/MBCRI	7.46	60.6	n.d.	n.d.	n.d.	
PA/MBCPD	5.46	27.0	n.d.	n.d.	n.d.	
PA/MBCRI	6.93	53.8	n.d.	n.d.	n.d.	
LB/MBCPD	5.0	31.3	n.d.	n.d.	n.d.	
LB/MBCRI	6.13	45.3	n.d.	n.d.	n.d.	

LU/MBCI	7.25	77.7	n.d.	n.d.	n.d.	Água do rio
ZO/MBCPD (1)	5.0	49.7	n.d.	n.d.	n.d.	
ZO/MBCPD (2)	5.0	48.1	n.d.	n.d.	n.d.	
JJ/MMGI	5.7	67.3	n.d.	n.d.	n.d.	Rio Guandu
EP/MBGPD	6.3	82.4	n.d.	n.d.	n.d.	
EV/MBGI	5.8	111.2	n.d.	n.d.	n.d.	Rio Guandu
FR/MBGI	6.4	39.4	n.d.	n.d.	n.d.	Faz. Roncetti (Rio da Cobra)
IV/MBGRI	6.6	74.5	n.d.	n.d.	n.d.	
AB/MBGPD	6.7	48.2	n.d.	n.d.	n.d.	
MM/MBGPD	5.9	36.2	n.d.	n.d.	n.d.	
RO/MBGPD	6.0	42.5	n.d.	n.d.	n.d.	Área ao longo da estrada

Abreviaturas: n.d. não detectado.

8.2 Pesticida no Solo, Sedimentos e Vegetais

8.2.1 Comentários Gerais

Os termos fitossanitários, pesticidas e agrotóxicos têm significados semelhantes. Eles são termos genéricos para produtos químicos aplicados para combater pragas, doenças e ervas daninhas. Dependendo do objetivo de seu uso, eles são classificados como fungicidas, inseticidas, herbicidas, acaricidas, nematicidas e biocidas. No Brasil e na América do Sul, o uso é intenso e bastante descontrolado, e, às vezes, apresenta-se como uma mistura de vários produtos, entre os quais a sinergia ainda é desconhecida. O desenvolvimento de tecnologia trouxe uma grande variedade de novos produtos para o mercado de comercialização de pesticidas. Os benefícios destes produtos têm efeitos colaterais não desejados em seres humanos, principalmente devido a sua persistência e efeitos tóxicos (Hermann et al., 1985).

A introdução de organoclorados ocorreu em 1939 com DDT que foi o primeiro inseticida sintetizado. Dali em diante, um grande número de outras combinações de organoclorados foram sintetizados e utilizados durante muito tempo, como *lindane*, *dieldrin* e *aldrin* entre outros.

Devido à persistência deles e dos efeitos cancerígenos observados, os mesmos foram proibidos para uso agrícola, depois banidos totalmente. Em muitos países como a Alemanha, a proibição de DDT data de 1974. No Brasil, seu uso foi permitido recentemente para o controle dos transmissores de febre amarela e malária.

Os compostos orgânicos podem ser decompostos por microorganismos, hidrólise ou fotólise. Mas nunca sua decomposição os transforma em produtos menos agressivos, como no caso de *Etilenobisditicarbarmato* (EBDCS), o componente ativo dos fungicidas *mancozeb* e *maneb*, os quais, além de liberarem os metais magnésio e zinco de suas moléculas,

transformam-se em *ethilenotiurea* (ETU), ethilenourea (EU), *2-imidazoline, monosulphidetenotiuram* (ETM, EBIS) e *ethilenobis-isodiocyanato* (EDI). Os efeitos negativos do *ethilenoetiurea* foram demonstrados por muitos cientistas. Um destes efeitos é o câncer da tiróide observado em ratos com uma dose de 250ppm acumulada no período de um ano (Machado Neto et al., 1992; Rangaswamy & Venkasteswarlu, 1992; Lemmon & Pylywiw, 1992).

Problemas devido ao uso de pesticidas organoclorados conduziram indústrias a procurar novas alternativas. Ultimamente, tem sido muito difundido o desenvolvimento de pesticidas organofosforados, carbamatos e piretróides, os quais têm a preferência entre fazendeiros (Tabela 8.2 e 8.3). Apesar da degradação rápida da maioria destas combinações, eles trazem outro problema que é sua alta toxicidade . Não obstante, preparação e aplicação destas combinações são freqüentemente inadequadas, sem o uso de equipamento de proteção individual apropriado (Figura 8.1), o que pode conduzir à contaminação dos fazendeiros (Delgado et al., 1998).

Tabela 8.2. Classificação dos Pesticidas usados em Paty do Alferes.

Fitossanitário	Produto Comercial	Princípio Ativo	Classe Toxicológica
	Tamaron®	<i>Metamidophos</i>	I
	Ortho Hamidop®	<i>Metamidophos</i>	I
Organofosfatos	Elsan®	<i>Fentoato</i>	I
	Kilva®	<i>Vamidothion</i>	II
	Ortho Naled®	<i>Naled</i>	II
	Sumithion®	<i>Fenitrothion</i>	II
	Orthene®	<i>Acphfate</i>	III
	Diafuran®	<i>Carbofuran</i>	I
Carbamatos	Cartap®	<i>Cartap</i>	II
	Sevin®	<i>Carbaryl</i>	II
	Baytroid®	<i>Cyfluthrin</i>	I
Piretróides	Sumidan®	<i>α-fenvalerate</i>	I
	Ambush®	<i>Permethrin</i>	II
	Corsair®	<i>Permethrin</i>	II
	Decis®	<i>Deltamethrin</i>	II
	Ripcord®	<i>Cypermethrin</i>	II
	Nor-trin®	<i>Cypermethrin</i>	II
	Bulldock®	<i>Betacyfluthrin</i>	II
Biológicos	Vertimec®	<i>Abamectin</i>	III

Tabela 8.3. Substâncias químicas básicas dos Pesticidas usados em Paty do Alferes.

Fitossanitário	Produto Comercial	Substância Química Básica	Classe Toxicológica
Fungicidas	Daconil®	<i>Chlorothalonil</i>	I
	Dacostar®	<i>Chlorothalonil</i>	I
	Rubigan®	<i>Fenarimol</i>	II
	Dithane®	<i>Mancozeb</i>	III
	Manzate®	<i>Mancozeb</i>	III
	Orthocide®	<i>Captan</i>	III
	Curzate®	<i>Cymoxanil</i>	III
	Benlate®	<i>Benomyl</i>	III
	Cerconil®	<i>Chlorothalonil</i>	III
	Cobre Sandoz®	<i>Óxido cuproso</i>	IV
	Funguran®	<i>oxicloreto de cobre</i>	IV
	Cuprocarb®	<i>oxicloreto de cobre</i>	IV
	Microzol®	<i>Enxofre</i>	IV
	Thiovit®	<i>Enxofre</i>	IV
	Cercobin®	<i>Thiofanate methyl</i>	IV
Acaricidas	Tedion®	<i>Tetradifon</i>	III
	Kumulus-s®	<i>Enxofre</i>	IV



Figura 8.1. Aplicação de defensivo agrícola sem a devida proteção.

A desconsideração da quantidade de dias recomendados entre a colheita e venda permite aos produtos agrícolas chegar ao mercado com resíduos de pesticida acima do permitido.

8.2.2 Material e Métodos

Material e Equipamentos

Materiais empregados: *methanol, acetone, dichlormethane e HPLC-grade water* da MERCK; *ethylacetate* da Panreac Química S/A. *Folpet, methyl-parathion, methalaxyl, benomyl e naled*, do Dr. Ehrens Dorf (Augsburg, Alemanha); *captan, clhortalonyl, fenitrothion e carbendazin*, de Pormechem (Polônia).

Para as análises de cromatografia foi usado um cromatógrafo de gás Carlo Erba Série Mega 5300, equipado com detector de nitrogênio e de fósforo (CG/NPD) e outro da Hewlett-Packard 5890A, equipado com detector de captura de elétron (CG/ECD). Duas colunas diferentes foram usadas: a DB-1701 para CG/NPD e a DB-5 de sílica de J&W Scientific (U.S.A.) de 30m x 0,25mm x 0,25µm. As temperaturas do injetor e também do detector foram de 280°C e 300°C, respectivamente. As temperaturas das colunas foram programadas previamente dentro de uma amplitude entre 70°C até 280°C a 4°C/min. e estabelecido um período inicial de 1 até 10 minutos. O gás de hélio tinha um fluxo de 1,6ml/min. Para o CG/NPD, o fluxo do gás de hélio foi 22ml/min. Hidrogênio e ar a 3,2 e 363ml/min, respectivamente. Para o CG/ECD, foi aplicado o hélio a uma taxa de fluxo de 1,5ml/min e nitrogênio a 60ml/min. A temperatura da coluna foi programada previamente a 70°C, 280°C e 4°C.

O espectrômetro de massa usado foi o Quadropol Fisons MD 800 do VG, no módulo de separação.

Para os testes de ELISA foi utilizado um micro-processador Ohmicron RPA-III acoplado a um fotômetro mono canal utilizado para Ohmicron RaPID e todo o conjunto também era Ohmicron.

Além das pesquisas realizadas no Brasil, o desenvolvimento do método que usa o ELISA e dados de degradação de pesticida de organofosforados foram realizados na Espanha e compreendeu as seguintes etapas:

- análise de amostras de olerícolas, solos e sedimentos, lençol freático e água de superfície;
- desenvolvimento de metodologia analítica para realizar as análises das amostras; e
- comparação dos dados coletados no Brasil com trabalho realizado na Espanha.

A atividade de monitoramento incluiu os principais pesticidas que estão sendo usados na área de estudo (Tabela 8.4). As datas de coleta foram: outubro/1995 e abril, junho e julho/1997.

Tabela 8.4. Principais pesticidas usados em Paty do Alferes.(quantidades 10-20 ton/ano).

Fungicidas	<i>chlorotalonil, metalaxyl, benomyl/carbendazim, captan, thiofanate-methyl</i>
Pesticida organofosforado	<i>metamidofos, metyl parathion, fenitrothion, acefate, vamidothion, tricolorfon, azinphos-ethyl e naled</i>
Piretroides	<i>cypermethrin, deltamethrin,</i>
Outros inseticidas	<i>esfenvalerate,</i>

Pesquisa conduzida em outubro/95

Foram coletadas 35 amostras de água e 14 amostras de sedimentos em Paty do Alferes. As amostras de água foram analisadas “in situ “ com técnicas de ELISA para *parathion, benomyl/carbendazim, chlorothalonil e metalaxyl*. Três das amostras apresentaram resultados positivos para chlorothalonil. As amostras de água foram filtradas e enriquecidas em discos Empore C-18, que foram congelados e transportados para laboratório CID-CSIC da Espanha para análises. As amostras de sedimento coletadas em Paty do Alferes também foram congeladas a -20°C e enviadas para a Espanha para análise. Todas as amostras enriquecidas em discos de Empore e as amostras de sedimentos foram analisadas por GC-NPD e ELISA, anteriormente foi executada uma etapa de limpeza para eliminar interferências.

Durante o monitoramento foi observado que *methyl-parathion* e *captan* estavam sendo aplicados, portanto, foi decidido que estes dois pesticidas também fossem investigados através de métodos de ELISA em adição às técnicas cromatográficas.

Pesquisa conduzida em 1997

O número total de amostras foi: 12 de solo, 16 de sedimentos, 21 de água, 11 de tomate e 5 de pimentão. As amostras de água, sedimentos e solos foram analisadas seguindo diferentes métodos como informado previamente. Para os legumes a metodologia, após a extração ultrassônica, consistiu na evaporação até secagem e então analisados por GC-MS.

A razão pela qual as amostras de tomate e de pimentão foram coletadas diretamente do campo, em vez de serem coletadas nos centros de comercialização dos produtos, foi, em primeiro lugar, porque o projeto tinha como um dos objetivos avaliar o impacto nos produtores considerando que eles comem legumes diretamente do campo antes de serem lavados. Os frutos são coletados sem luvas de proteção, o que representa um meio adicional e exponencial à contaminação, e a maior situação de risco está na exposição ao produto químico durante aplicação do mesmo. A segunda razão foi investigar a observação do espaço de tempo

exigido para a colheita. A terceira razão foi avaliar o efeito da colheita nos trabalhadores rurais, considerando a falta de cuidados.

8.2.2.1 Análise de Pesticidas

Para a análise dos fungicidas foi usado o método - ELISA. O CID-CSIC da Espanha previamente tinha avaliado ELISA para *atrazine ealachlor* em diferentes tipos de água (Gascón et al 1995a,b; Oubiña et al,1996a). Devido à importância dos pesticidas organofosforados na área de estudo, foi desenvolvido recentemente os testes ELISA para *chlorpyrifos-ethyl*, um pesticida organofosforado extensamente usado em países tropicais (Oubiña et al,1996b).

O RaPID (RaPID-ELISA) (RaPID® Assays, Ohmicron Corporation, Newtown, PA, USA) tem anticorpos monoclonais cobertos com contas paramagnéticas. Um total de 250µl da amostra a ser analisada é adicionada a um tubo de teste, junto com 250µl de pesticida (*chlorpyrifos-ethyl*) *haptent-horseradish peroxidase* (HRP) enzima, e 500µl de *rabbit* partículas magnéticas anti-pesticida (*anti-chlorpyrifos-ethyl*) ligados covalentemente. Ambos pesticidas da amostra e o pesticida *enzyma-labeled* competem por locais de anticorpos nas partículas magnéticas. Os tubos foram *vortexed* e incubados por 15min a temperatura ambiente. A mistura foi magneticamente separada usando um conjunto magnético especialmente projetado. Depois da separação, as partículas magnéticas foram lavadas duas vezes com 1,0ml de água destilada para remover e eliminar quaisquer substâncias potencialmente interferente. Pesticida e pesticida *enzyma-labeled* permaneceram ligados às partículas magnéticas em concentrações proporcionais às suas concentrações originais. A presença de *pesticida-labeled* foi detectada adicionando um total de 500µl de uma mistura 1:1 de uma solução que continha substrato e *chromogen* (peróxido de hidrogênio e 3,3', 5,5'-*tetramethylbenzidine* (TMB). Os tubos foram *vortexed* para ressuspender as partículas e incubados por mais outros 20min a temperatura ambiente para permitir o desenvolvimento de cor. A reação da cor foi parada pela adição de 500µl de solução de ácido sulfúrico (0,5%). A concentração final de pesticida em cada amostra foi determinada usando o "RPA-I RaPID Analizador Fotométrico" (Ohmicron, Newton, PA, USA) para determinar absorvência a um comprimento de onda de 450nm. Os resultados observados nas amostra foram comparados a uma linha de regressão linear usando uma curva "ln/log" padrão preparada com calibradores que continham níveis conhecidos de *chlorpyrifos-ethyl*- tais como: 0; 0,22; 1,0; e 3,0µg/l. Todos os padrões foram analisados em duplicata e as amostras foram analisadas seis vezes. O material testado foi armazenado a 4°C, devido a temperatura e o tempo serem parâmetros importantes e que devem ser controlados para o método ELISA funcionar corretamente. Em todos os casos, para a solução de *immunoassay* e para as amostras foi permitido o equilíbrio à temperatura ambiente, antes de usá-los, e o tempo de reação foi consistente ao longo da experiência. Um controle negativo teve que ser testado simultaneamente com cada conjunto de amostras. O controle negativo foi usado para padronizar as medidas de absorvência das amostras.

8.2.2.2 Análise da Água

O método desenvolvido consistiu em filtrar em membrana de 0,45µm para eliminar as partículas, e pré concentrar 1 litro de amostra de água usando a fase disco de extração sólido, C18-Empore disco. A ativação do disco foi executada através de metanol e água (10 + 10 + 15ml de cada, respectivamente) com o sistema de vácuo ativado. A secagem do disco levou um tempo de 30min. A remoção do material adsorvido foi executada duas vezes com 10ml de metanol. Depois, um volume final de 1ml foi coletado em etil acetato. Amostras de água foram coletadas em duas fases.

As amostras foram analisadas “in loco” pelo método *Bioimmunoassay*-(ELISA) para determinar toxidez, presença dos pesticidas *chloratolanil*, *metalaxil*, *carbendazim*, *methyl paration* e *captan/folpet*.

Estas amostras foram congeladas e transportadas para o laboratório. As amostras foram filtradas com uma membrana de 45mm e concentradas em discos *octedcyl*-18 (C18). As amostras refrigeradas foram levadas para os laboratórios do Centro Investigación y de Desarrollo Barcelona, Espanha. No laboratório foram ré-extraídas com acetil acetato, concentradas e analisadas com cromatógrafo de gás equipado com Detector de Nitrogênio e de Fósforo (NPD) ou com um Detector de Captura de Elétron (ECD). Resultados foram confirmados através de espectrometria de massa (CG/MS), sob ionização química negativa usando o método SIM.

8.2.2.3 Análise do Solo e Sedimentos

O método desenvolvido consistiu em secar-congelar os sedimentos e amostras de solo. Antes da extração, as amostras de sedimento e/ou solos seco-congeladas foram peneiradas em uma peneira de 120µm. Depois, 10g de sedimento e/ou solo foram extraídos em *Soxhlet* durante 12h com solução de 100ml de acetona: diclorometano (3:1). O extrato foi concentrado em um rotavapor e foi transferido e cuidadosamente evaporado até a secagem (fluxo de nitrogênio). Depois dissolvido em 0,5ml de metanol, adicionando 100ml de *HPLC grade water*. A etapa de limpeza foi conduzida com disco Empore C18. A ativação do disco foi processada através de etil-acetato, metanol e água na seguintes quantidades: 10+15+15ml (de cada respectivamente) com o vácuo ativado. A secagem do disco durou 30 minutos para remover a água que poderia causar hidrólise de muitos pesticidas na superfície de sílica do disco. A remoção do material adsorvido foi executada 4 vezes com 10ml de etil-acetato. Um volume final de 1ml em etil-acetato foi coletado.

Quatorze amostras de sedimentos, coletadas no fundo de reservatórios entre 15 e 20cm de profundidade, também foram refrigeradas e enviadas para Barcelona. Liofilizadas e peneiradas em 120µ. Foram levados dez gramas de cada amostra. Elas foram passadas por um extrator *Soxhlet* com 250ml de capacidade e, então foram adicionados 100ml de *acetone* e

dichlormethan 3:1. Esta mistura permaneceu sob refluxo durante 24 horas a uma temperatura de aproximadamente 60°C. Após este tempo as amostras foram então rotoevaporadas a 30°C e diluídas em metanol. A solução resultante foi concentrada em discos de *octadecyl* (C₁₈), e re-extraídos com etilacetato (limpeza total). Esta solução foi então concentrada em fluxo de nitrogênio. A solução concentrada foi levada ao cromatógrafo de gás que tem um detector de nitrogênio e de fósforo ou um detector de captura de elétron com a finalidade de identificar e quantificar os resíduos.

8.2.2.4 *Análise de Vegetais*

Amostras de olerícolas (tomate, pimentão, e couve-flor).

O método desenvolvido consistiu pesar 50g da amostra crua, misturada e homogeneizada. Depois, foi executada a extração com 50ml de etil-acetato durante 5 minutos em sonificador. Este procedimento foi repetido duas vezes. O extrato foi filtrado e rota-evaporado até um volume de 25ml. Depois, para secagem foi utilizado sulfato anidro. (Roos et al, 1998).

As amostras de vegetais foram analisadas sem limpeza total, três alíquotas de 10g de cada amostra foram pesadas e adicionados 10ml de etilacetato e tratados com ultrassom durante uma hora, filtrados, evaporados e levadas ao cromatógrafo de gás. Os Carbamatos foram determinados por técnica de cromatografia líquida que usa detector de diodo.

8.2.3 Resultados e Discussão

Técnicas de *Immunoassay* como a microtitulação ou ELISA e as várias técnicas cromatográficas de gás (GC-ECD, GC-NPD e GC-MS) foram aplicadas para determinar os principais pesticidas (*chlorothalonil*, *metalaxyl*, *carbendazim*, *parathion-methyl* e *folpet*) nas amostras de água e sedimentos de Paty do Alferes.

Amostras de água foram analisadas diretamente no campo através de técnicas de *immunoassay* e transportadas para Barcelona depois de serem armazenadas em discos-SPE (Tabela 8.5).

Tabela 8.5. Pesticidas em amostras de água em três comunidades da Microbacia do Córrego da Cacheira. Paty do Alferes. RJ.(Data de coleta, 25-31 de outubro de 1995).

Amostra	Captan	Benomyl/Carbendazim	Chlorothalonil	Parathion
JO/MBCRI1	27ng/l	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
JO/MBCRI2	0,21ng/l	n.d.	1,14ng/l	n.d. ¹
JO/MBCRI3	n.d.4	n.d.	10ng/l	n.d. ¹
JO/MBCND1	n.d.4	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
JO/MBCND2	n.d.	n.d.	1,14ng/l	n.d. ¹
JS/MBCRI	35ng/l	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
JSMBCNRI2	n.d.	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
JS/MBCND1	n.d.4	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
JS/MBCND2	n.d.	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
DI/MBCND	n.d.	10ng/l	33ng/l	n.d. ¹
DIMBCRI	n.d.	n.d. ¹	24ng/l	n.d. ¹
OB/MBCND	n.d.	n.d.	9ng/l	n.d. ¹
OB/MBC/RI1	23ng/l	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
OBMBCRI2	28ng/l	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
BE/MBCND	42ng/l	n.d.	10ng/l	n.d. ¹
BE/MBCRI	n.d.	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
OS/MBCND	n.d.	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
OS/MBCRI	18ng/l	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
JF/MBCND	n.d.	n.d.	25ng/l	n.d. ¹
JF/MBCRI	18ng/l	n.d.	82,5ng/l	n.d. ¹
JS/MBCND1	n.d.	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
JS/MBCND2	n.d.	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
JS/MBCRI1	35ng/l	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
JS/MBCRI2	22ng/l	n.d.	12ng/l	n.d. ¹
DBF/MBCND	n.d.	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
CO/MBCND1	n.d.	n.d.	n.d. ³	n.d. ¹
CO/MBCND2	n.d.	n.d.	28ng/l	n.d. ¹
LC/MBCND	39ng/l	n.d.	9ng/l	n.d. ¹
JD/MBCND	0,174ng/l	n.d.	19ng/l	n.d. ¹
SA/MBCND	n.d.	n.d.	28ng/l	n.d. ¹
IS/MBCND	19ng/l	n.d.	29ng/l	n.d. ¹
NI/MBCND	n.d.	12 ng/l	n.d. ³	n.d. ¹

Abreviaturas: n.d. não detectado, n.d.1 Abaixo do limite de 3ng/l, n.d.2 Abaixo do limite de 10ng/l, n.d.3 Abaixo do limite de 7ng/l e n.d.4 Abaixo do limite de de 1ng/l.

Amostras de sedimentos foram congeladas e, também, transportadas para Barcelona para análises. Todos os resultados foram confirmados por GC-MS sob ionização química negativa e usando SIM (Tabelas 8.6 e 8.7). A metodologia foi, também, aplicada a outros pesticidas como *naled*, *fenitrothion* e *azinphos-ethyl* que não puderam ser analisados com ELISA. Os resultados mostraram que a maioria das amostras de água apresentaram níveis de pesticidas inferiores a 5ng/l com a exceção de *Chlorothalonil* e *Folpet* que mostraram valores até 114 e 210ng/l, respectivamente. As amostras de sedimentos mostraram valores de 5-132ng/g para *Folpet* e uma ordem de magnitude menor para *Chlorothalonil*, os quais são os dois pesticidas que exibiram mais alta persistência no ambiente brasileiro.

Tabela 8.6. Pesticidas em amostras de solo e sedimentos da Microbacia Baixo Guandu. Afonso Cláudio. Espírito Santo. Brasil.(Data de coleta, julho de 1997)

Sedimentos	Chlorotalonil µg/kg	Permetrin µg/kg	Methyl-Parathion µg/kg
GE/MBG/Se	n.d. ¹	0.764	n.d.
PM/MBGSo	n.d.	0.067	n.d.
JP/MBGSe	1.18	0.006	n.d.
JP/MBGSo	n.d. ¹	0.003	n.d.
RC/MBGSe	n.d.	4.462	0.009
EV/MBGSo	n.d. ¹	n.d.	n.d.
JI/MBGSo	0.002	n.d.	0.13
JI/MBGSe	4.357	n.d.	n.d.
AB/MBGSe	n.d.	0.187	n.d.

Abreviações: n.d. não detectado, n.d.1 Abaixo do limite de 3 ng/l.

Tabela 8.7. Pesticidas em amostras de sedimentos de Paty do Alferes.

Sedimentos	Captan µg/kg	Benomyl/Carbendazim µg/kg	Chlorotalonyl µg/kg	Metalachlor µg/kg	Parathion µg/kg
JO/MBCR1	45, 22	n.d.	n.d. ¹	n.d.	n.d.
JO/MBCR2	80, 77	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
JO/MBCR3	35, 97	n.d.	1, 18	n.d.	n.d.
JO/MBCR4	110, 00	n.d.	n.d. ¹	n.d.	n.d.
JS/MBCRI	78, 94	n.d.	n.d.	n.d. ²	n.d.
JS/MBCRI	32, 78	n.d.	n.d. ¹	n.d.	n.d.
DI/MBCRI	22, 05	n.d.	n.d. ¹	n.d.	n.d.
DB/MBCRI	79, 23	n.d.	n.d. ¹	n.d.	n.d.
OB/MBCRI	96, 74	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
BE/MBCRI	55.13	n.d.	n.d.	2, 46	n.d.
OS/MBCRI	73, 71	n.d.	n.d. ¹	n.d.	n.d.
JF/MBCRI	6571	n.d.	1, 14	n.d.	n.d.
DBF/MBCRI	65, 17	n.d.	n.d. ¹	1, 08	n.d.

Abreviações: n.d. - não detectado, n.d.1 - Abaixo do limite de 0, 65µg/kg, n.d.2 - Abaixo do limite de de 0, 45µg/kg.

Os sedimentos, solos, e amostras de água do segundo estudo (abril, junho e julho de 1997) foram coletados junto com as principais culturas como: tomate, pimentão e couve-flor. As amostras de água foram coletadas em vários açudes, a jusante das áreas cultivadas. A água dos açudes corresponde à água de drenagem das áreas irrigadas. O número total de amostras de água, sedimentos, solo e de vegetais coletados foi de 29, 18, e 17, respectivamente.

Chlorothalonil foi encontrado em todas as amostras de vegetais analisadas. Duas amostras de pimentão tiveram conteúdos perto de 0,076 e 0,212 μ g/kg de methyl-parathion. Não foram encontrados nenhum traço de pesticida nas amostras de repolho. Carbamatos foram encontrados em apenas algumas das amostras de tomate de Afonso Cláudio, sendo *aldicarb sulphonium*, *aldicarb sulphoxide* e *carbendazim*, em níveis de concentração de 0,10; 0,15; e 1,8ppm respectivamente.

Avaliação das análises de água e sedimentos (amostras de outubro de 1995)

Técnicas de *Immunoassay* como a microtitulação ou ELISA e as várias técnicas cromatográficas de gás (GC-ECD, GC-NPD e GC-MS) foram aplicadas para determinar os principais pesticidas (*chlorothalonil*, *methalaxyl*, *carbendazim*, *methyl-parathion* e *folpet*) nas amostras de água e sedimentos de Paty do Alferes.

A coleta de campo foi conduzida durante outubro de 1995 e foram coletadas 35 amostras de água e 14 de sedimentos. As amostras de água foram imediatamente filtradas e extraídas com discos de SPE e armazenadas a -20°C . As amostras de água também foram analisadas diretamente no campo através de técnicas de *immunoassay* e, depois, enviadas para Barcelona em discos de SPE. As amostras de sedimentos foram coletadas e imediatamente congeladas e enviadas para Barcelona para análises adicionais.

Todos os resultados foram confirmados por GC-MS sob ionização química negativa e usando SIM. A metodologia foi também aplicada a outros pesticidas como *naled*, *fenitrothion* e *azinphos-ethyl* que não puderam ser analisados com ELISA. Os resultados mostraram que a maioria das amostras de água apresentaram níveis de pesticidas inferiores a 5ng/l com a exceção de *Chlorothalonil* e *Folpet* que apresentaram valores até 114 e 210ng/l, respectivamente. As amostras estão listadas na Tabela 8.8.

As amostras de sedimento mostraram valores de 5-132ng/g para *Folpet* e uma ordem de magnitude menor para *Chlorothalonil*, os quais são os dois pesticidas que exibiram mais alta persistência no ambiente brasileiro.

Tabela 8.8. Amostras de água coletadas em Paty do Alferes(Rio de Janeiro, Brasil) analisadas por RaPID ELISA e por GC-ECD para determinação de Chlorothalonil.

Amostras	Data	ELISA	GC-ECD
JO/MBC NI 2	25/10/95	26	n.d.
JO/MBC NI 3	25/10/95	10	n.d.
LC/MBC N.D.	25/10/95	9	n.d.
OB/MBC N.D.	25/10/95	9	n.d.
JO/MBC NI 1	31/10/95	114	14.3
JS/MBC NI	31/10/95	12	n.d.
JD/MBC N.D.	31/10/95	19	n.d.
SA/MBC N.D.	31/10/95	28	n.d.
CO/MBC N.D.	31/10/95	28	n.d.
JF/MBC N.D.	31/10/95	25	n.d.
JF/MBC NI	31/10/95	82.5	7.4
DI/MBC N.D.	31/10/95	33	n.d.
DI/MBC NI	31/10/95	24	n.d.
IS/MBC N.D.	31/10/95	29	n.d.
BE/MBC N.D.	31/10/95	10	n.d.

Nota: Valores expressos em ng/l. n.d.= não detectado.

Avaliação das análises de água, sedimentos e vegetais coletados em 1997.

O presente estudo compreendeu a determinação dos principais inseticidas e fungicidas *chlorothalonil*, *methyl-parathion*, *fenitrothion* e *permetrin.*, em amostras de água, sedimentos, solos, e legumes. A coleta de campo foi conduzida durante os meses de abril, junho e julho de 1997, em Paty do Alferes, no Estado Rio de Janeiro, Brasil. Sedimentos, solos e amostra de água foram coletadas nas áreas representativas das culturas de tomate, pimentão e couve-flor, em vários açudes a jusante às áreas de cultivo. A água dos açudes corresponde à água de drenagem das áreas cultivadas. O número total amostras de água, sedimentos/solos e de legumes foi de 29, 18, e 17, respectivamente.

A concentração dos níveis de pesticidas na água estavam sempre abaixo de 5ng/l (exceto para *chlorothalonil* que exibiu níveis de até 11ng/l) sendo os demais concordantes com os resultados obtidos previamente em 1995.

Os níveis de pesticidas em sedimentos e amostras de solo variaram de 6ng/kg a 4,5mg/kg para *chlorothalonil*, entre 2ng/kg e 0,9mg/kg para *methyl-parathion* e aproximadamente entre 0.1 e 0.7mg/kg para *permetrin.*

Os pesticidas detectados nos legumes variaram de acordo com os legumes analisados. Para tomate os valores de *Chlorothalonil* variaram de 0,13 a 0,784mg/kg e para pimentão os níveis de *methyl-parathion* variaram de 0,076 a 0,212mg/kg.

Os métodos analíticos usados estão descritos em detalhes na seção de material e métodos. Porém, cabe salientar que todas as amostras foram quantificadas por GC-ECD e a confirmação foi feita por GC-MS com EI sob condições de completo escaneamento. Os resultados são apresentados na Tabela 8.9.

Tabela 8.9. Contaminação por pesticida em sedimentos, água e legumes coletados em Paty do Alferes e Afonso Claudio por GC-ECD.

Amostras	Data	Chlorothalonil	Methyl-Parathion	Fenitrothion	Permetrin
Sedimentos (mg/kg)					
GE/MBC/Se	11/04/97	n.d	n.d	n.d	0.764
JL/MBG/Se	18/07/97	4.357	0.013	n.d	n.d
AB/MBG/Se	19/07/97	0.011	n.d.	n.d.	0.187
Água (ng/l)					
JP/MBC/D	28/04/97	13	n.d.	n.d.	n.d.
GV/MBC/I	09/04/97	10	n.d.	n.d.	n.d.
JA/MBC/I	29/07/97	11			
Legumes (mg/kg)					
PM/MBC/To	13/05/97	0.382	n.d.	n.d.	n.d.
IV/MBG/To	19-07-97	0.784	n.d.	n.d.	n.d.
GV/MBC/Pi	28/07/97	n.d.	0.212	n.d.	n.d.

Trabalho relacionado

Os pesticidas organofosforados *Fenthion* e *Temephos* foram identificados em várias águas ambientais usando LC-MS. O procedimento envolveu o processo da extração de fase sólida de amostras de água contendo pesticida e vários produtos de transformação que foram identificados em diferentes amostras de água, como *oxo* e *sulfoxide* derivados.

Foi feita a determinação de *chlorpyrifos-ethyl* em diferentes tipos de água (destilada, lençol freático e estuarina) na presença de outros pesticidas organofosforados comumente aplicados. Foram investigados *chlorpyrifos-methyl*, *pyridafenthion*, *diazinon*, *fenitrothion*, *azinphos-ethyl*, *dichlorvos*, *temephos* e *fenthion* usando ELISA. Os resultados obtidos com ELISA foram correlacionados com os obtidos por meio de extração da fase sólida automatizada seguido por diodo-cromatografia líquida (LC/DAD). O teste de ELISA também

foi avaliado para partículas presentes na amostra de água com e sem acidificação anterior da água estuarina.

O ensaio ELISA foi usado como um primeiro passo para determinar *chlorpyrifos-ethyl* em um solo altamente contaminado (ca 1.000mg/kg). O ensaio de ELISA permitiu distinguir contaminação de solo por *chlorpyrifos-ethyl* com 50mg/kg em conjunto com extração *Soxhlet*. O ganho de tempo foi significativo quando comparado a métodos convencionais que requerem uma etapa de limpeza total antes das determinações cromatográficas.

Uma nova aproximação foi estabelecida para avaliar reatividade-cruzada de *immunoassays* na presença simultânea de potenciais reagentes-cruzados. O ensaio ELISA para *chlorpyrifos-ethyl* foi usado como um ensaio modelo para vários tipos de água (destilada, lençol freático e estuarina) na presença de outros pesticidas organofosforados comumente aplicados: *chlorpyrifos-methyl*, *pyridafenthion*, *diazinon*, *fenitrothion*, *azinphos-ethyl*, *dichlorvos*, *temephos* e *fenthion*. As interferências foram estudadas a uma concentração fixa de 0,5µg/l de *chlorpyrifos-ethyl* variando a concentração de reagentes-cruzados comuns de 0,05 a 1000µg/l. O método para determinar reatividade-cruzada deu valores muito mais baixos (25-50%) quando comparados com os métodos convencionais. Uma ligeira variação (<3%) nos valores de reatividade-cruzada foi obtida de acordo com o tipo de água usado.

Na Tabela 8.10 são apresentados os dados desta pesquisa e os obtidos por método convencional, onde foram comparados, (no caso, usada) a nova aproximação para calcular reatividade-cruzada (CR). Pode-se notar que são obtidos valores mais baixos em nosso ensaio usando as mesmas combinações. Por exemplo, valor de 13,6% CR para *chlorpyrifos-methyl* usando água destilada quando comparado com os 26,2% medidos pelo método convencional: Uma discrepância semelhante foi notada para *diazinon*. Para valores baixos de CR, as discrepâncias não devem ser consideradas relevantes e os baixos valores de CR correspondem com curvas que têm IC₅₀ muito alto comparado ao principal constituinte. O cálculo de um alto IC₅₀ é associado a um erro enorme, porque as curvas não podem ser precisamente determinadas. Então, CR só pode ser calculado aproximadamente. Assim, no caso de *fenitrothion*, um CR estimado de 0,04% não é significativamente diferente do calculado a 0,02%. Estas diferenças são atribuídas ao de fato que foram usados dois elementos ao invés da enzima conjugada, competindo pelos locais de ligação dos anticorpos nas partículas-magnéticas. Este modelo novo para conferir CR, entretanto, é mais realista com o comportamento dos elementos no ambiente, diminui os valores de CR devido a maior especificidade de *chlorpyrifos-ethyl*. Porém, a situação pode ser muito mais complexa se a concentração do elemento desejado ou ligante primário (no caso, *chlorpyrifos ethyl*) for mudado ao mesmo tempo que a concentração do reagente-cruzado.

Tabela 8.10. Comparação entre *chlorpyrifos-ethyl* RaPID ELISA teste e duas diferentes aproximações para determinar a porcentagem de reatividade-cruzada(% CR).

Composto	% CR (convencional)	% CR (presente estudo)
<i>Chlorpyrifos-ethyl</i>	100	100
<i>Chlorpyrifos-methyl</i>	26.2	13.6
<i>Diazinon</i>	12.4	3.11
<i>Fenitrothion</i>	0.02	0.04

Para comparar os níveis de resíduo do pesticida organofosforado encontrados no Brasil, foi conduzido na Espanha o estudo com um dos pesticidas organofosforado usado em ambas os países. Foi estudado o desaparecimento do pesticida organofosforado *fenitrothion* sob reais condições ambientais. *Fenitrothion* foi aplicado no campo em cultura de arroz no delta de Ebre (Tarragona, Espanha) durante julho de 1995, por helicóptero a uma taxa de 148ml/ha de Tionfos 50 LE (50% de puro fenitrothion).

Para monitorar os resíduos de *fenitrothion* em água, foram usadas duas técnicas analíticas diferentes: *Enzima-Linked ImmunoSorbent Assay* (ELISA) e extração sólido-fase automatizada (Prospekt) seguida por ensaio de determinação cromatográfica - diodo líquida (LC-DAD). A identificação inequívoca de *fenitrothion*, *fenitrooxon*, *3-methyl-4-nitrophenol* e de *s-methyl isomer de fenitrothion* foi obtida através de cromatografia líquida - espectrometria de massa (LC-MS), usando uma pressão atmosférica de ionização química (APCI) interface na ionização negativa (NI).

Os níveis de resíduo de *fenitrothion* nas águas dos campos de cultura de arroz variou de 119-178µg/l até 3,8-1,5µg/l depois de 48 horas de aplicação de helicóptero. A meia-vida $t_{1/2}$ foi calculada para ambas as técnicas analíticas sendo 19,3 para ELISA, e 11 horas para LC-DAD depois de tratamento, com uma taxa de desaparecimento de 0,036 e 0,063, respectivamente.

8.2.4 Conclusões e Recomendações

A aproximação apresentada neste estudo, com avaliações de pesticidas de amostras de água através ELISA, pode ser de implementação fácil em países em desenvolvimento e pode permitir determinar em um tempo relativamente pequeno a presença de pesticidas em diferentes tipos de água. Atenção deve ser tomada para um problema particular de águas tropicais que influenciam determinações de ELISA. Para amostras de sedimentos, é preciso sempre de uma extração prévia do material. Esta é a principal limitação desta análise.

Como uma conclusão geral, os resultados obtidos indicam que provavelmente os sedimentos do fundo dos açudes acumulam fungicidas usados durante um período longo de tempo e que os resíduos de *folpet* correspondem às várias aplicações durante os últimos anos. Fungicidas são aplicados várias vezes por semana devido às altas temperaturas e umidade da

área estudada. Também é importante enfatizar que nenhum pesticida organofosforado foi encontrado nos sedimentos e há ocorrência de baixos níveis ou de traços em amostras de água, embora uma aplicação intensiva de compostos como parathion ocorra nesta área.

A contaminação de sedimentos e legumes pode ser de importância e atenção deveria ser dada ao controle de pesticidas nestas amostras. Sedimentos podem ser um problema no futuro, quando o fundo do açude é removido, os pesticidas podem contaminar as águas de superfícies. Com respeito aos legumes, é importante controlar os diferentes pesticidas usados já que tomates e outros legumes são enviados para o mercado central no Rio de Janeiro e são distribuídos para comercialização. Contaminação através de produtos alimentícios é possível se o controle não for realizado.

De todos os diferentes estudos conduzidos, pode-se dizer que os pesticidas organofosforados são degradados no ambiente brasileiro, como também foi mostrado na Espanha. Os problemas principais achados nas amostras brasileiras correspondem ao fungicida *chlorothalonil* que está presente em todos os tipos de amostras. Também foram descobertos outros pesticidas como *permethrin* a um grau menor em amostras de sedimentos.

Os dados obtidos pelo monitoramento da Microbacia do Córrego de Cachoeira conduzem à conclusão que, apesar do uso intensivo de fertilizantes, defensivos agrícolas e corretivos de solo, a situação ainda não está desesperadora. Contudo, porém, isto foi apenas um projeto piloto e a área merece um monitoramento sistemático, onde aspectos físico-químicos (como carbono livre ou porcentagem de carbono conectado, entre outros) poderia ser considerado em traços de resíduos. A duração deste projeto não foi suficiente para cobrir todos os aspectos envolvidos. Metabólitos em água e em amostras de sedimento não foram estudados devido à dificuldade em se obter os reagentes apropriados e também devido ao grande número de amostras comparado com o tempo disponível para análise. É reconhecido que, principalmente durante a estação chuvosa, devido à grande quantidade de pequenas partículas que existem nos corpos hídricos, resíduos podem estar mais unidos a eles que dissolvidos na água.

Um estudo dos efeitos sinérgicos das misturas de diferentes pesticidas usados pelos fazendeiros deveria ser feito, desde que suas propriedades são provavelmente alteradas, com a conseqüente mudança de efetividade contra pragas e doenças. Também, seria recomendado a implementação de projetos semelhantes em outras regiões do país desde que não haja outros dados disponíveis para comparação.

8.3 Contaminação Humana

8.3.1 Material e Métodos

O sangue de vinte seis (26) produtores rurais foi coletado e analisado em relação à presença de conteúdos de organoclorados, devido ao uso desses compostos químicos durante muitos anos. Devido à persistência desses produtos e sua habilidade residual e cumulativa, tentou-se descobrir a presença deles ou de seus metabólitos.

13	M	22	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 1.4	n.d.	n.d.	n.d.
14	M	30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
15	M	18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 1.4	n.d.	n.d.	n.d.
16	M	30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
17	M	17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
18	M	18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
19	M	35	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 1.4	n.d.	n.d.	n.d.
20	M	60	n.d.	1.7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 1.4	n.d.	n.d.	n.d.
21	M	29	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
22	M	28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.8	n.d.	n.d.	n.d.
23	F	45	n.d.	1.7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 1.4	n.d.	n.d.	n.d.
24	F	49	n.d.	5.3	n.d.	3.7	n.d.	n.d.	2.4	n.d.	n.d.	n.d.
25	M	26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 1.4	n.d.	n.d.	n.d.
26	M	30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 1.4	n.d.	n.d.	n.d.

Abreviaturas: HepEp: heptacloro-epoxido; n.d.: não detectado; M: macho; F: fêmea; O soro de sangue foi extraído com hexane e foi analisado através de cromatografia de gás com detector EC (ECD); Os limites de detecção foram: HCB (hexaclorobenzeno), α -HCH e γ -HCH = 0,7 μ g/l; β -HCH, aldrin, dieldrin, endrin, heptacloro, heptachlor-epoxido, pp'DDE = 1,4 μ g/l; op'DDT, pp'DDD, pp'DDT = 2,8 μ g/l. HCB, α -HCH, γ -HCH, endrin, aldrin, heptacloro, heptachlor-epoxido, op'DDT, pp'DDD e pp'DDT não foram encontrados.

9 DISSEMINAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS

*Cláudio Lucas Capeche*²

*Francesco Palmieri*²

*José Ronaldo de Macedo*²

*Sergio Gomes Tôsto*²

*Adoildo da Silva Melo*²

*José Francisco Lumbreras*²

*Tony Jarbas Ferreira da Cunha*²

*Denise Werneck de Paiva*²

*Maria da Glória Mentzingen Jagger*²

*André Felipe Carrapatoso Peralta da Silva*¹⁶

*Luíz Arlindo da Fonseca Carvalho*¹⁶

*Nacim Elmor*¹⁷

9.1 Cursos

- Curso Intensivo para Produtores Rurais em Manejo e Conservação de Solo, Água, Recursos Florestais e Recuperação de Áreas Degradadas. Local: Paty do Alferes. Audiência: 60 produtores. Data: 25-29.08.95.
- Curso Intensivo para Extensionistas Rurais em Manejo e Conservação de Solo, Água, Recursos Florestais e Recuperação de Áreas Degradadas. (Figura 9.1) Local: Paty do Alferes. Audiência: 25 extensionistas. Data: 04-10.09.96.
- Curso Intensivo para Extensionistas e Agrônomos sobre Otimização de Técnicas em Administração de Fazendas (Figura 9.2). Local: Paty do Alferes Audiência: 10 extensionistas. Data: 16-18.07.97.
- Ciclo de Curso Intensivo para Produtores Rurais sobre Utilização Adequada de Pesticidas nas seguintes Comunidades:

¹⁶ Técnico da Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente do Município de Paty do Alferes. RJ. Brasil.

¹⁷ Secretário Municipal de Agricultura e Meio Ambiente do Município de Paty do Alferes. RJ. Brasil.

Comunidade	Data
Palmares	11-12.03.97
Capivara	20-21.05.97
Cantagalo	16-17.09.97
Coqueiros	07-08.10.97
Campo Verde	02-03.12.97



Figura 9.1. Aula do curso intensivo para extensionistas.



Figura 9.2. Aula do Curso Intensivo sobre Otimização de Técnicas em Manejo de Fazendas.

- Programação Audiovisual para Comunidades Municipais sobre Uso e Manejo de Pesticidas Agrícolas, Cultivo Mínimo, Produção de Esterco, Manejo de Estufas e Cultivo de Legumes sem Uso de Pesticidas Agrícolas, nas seguintes comunidades: Palmares, Antas, Capivara, Coqueiros, Avelar, Barro Branco e Campo Verde.
- Palestras sobre Preservação de Meio Ambiente e Agricultura Sustentável nas seguintes comunidades do Município de Paty do Alferes:

Comunidade	Audiência	Dia
Caetés	16 fazendeiros	01.06.97
Palmares	14 fazendeiros	01.07.97
Cantagalo	20 fazendeiros	15.07.97
Capivara	18 fazendeiros	28.07.97
Coqueiros	25 fazendeiros	10.09.97
Campo Verde	20 fazendeiros	20.10.97

9.2 Campanha de Tríplice Lavagem

Demonstração de campo de como manusear, lavar e descartar seguramente as embalagens e recipientes de pesticidas usados nas seguintes comunidades: Caetés, Campo Verde, Coqueiros, Capivara, Palmares, Barro Branco (Figura 9.3).



Figura 9.3. Demonstração da tríplice lavagem de recipientes de agroquímicos em Dia de Campo.

9.3 Feira do Tomate

Apresentação de painéis das atividades e dos resultados alcançados pelo Projeto DESUSMO nas seguintes Feiras do Tomate, em Paty do Alferes:

- XVI Feira doTomate: Período 28 de maio a 01 de junho/1995;
- XVII Feira doTomate: Período 05 a 09 de junho/1996; e
- XVIII Feira doTomate: Período 26 a 30 de maio/1997.

9.4 Dias de Campo

Mostrar e orientar os produtores rurais como usar as terras de acordo com suas qualidades, sistemas de produção, manejo sustentável de recursos naturais e recuperação de áreas degradadas (Figura 9.4). Os dias de campo foram nas seguintes comunidades:

Comunidade	Audiência:	Dia:
Caetés e Bela Vista	40 produtores	18/06/96
Bela Vista	40 produtores e 15 pesquisadores	21/03/97
Caetés e Bela Vista	28 produtores e 8 técnicos	20/08/97
Caetés e Bela Vista	15 produtores e 10 pesquisadores	21/01/98
Bela Vista	35 produtores e 20 pesquisadores	28/01/98

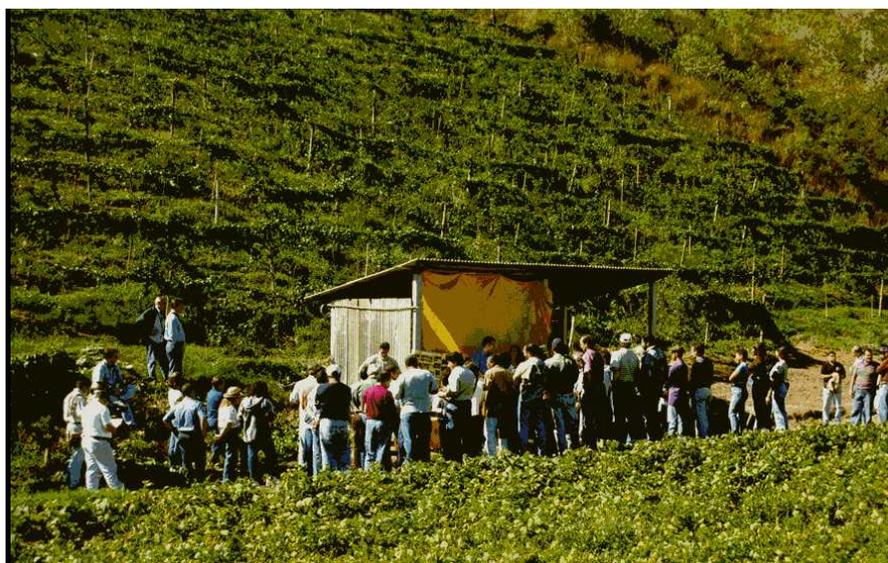


Figura 9.4. Dia de Campo na comunidade de Bela Vista para mostrar as pesquisas em andamento em terras de produtor rural.

9.5 Validação de Tecnologias

A implantação de parcelas para validação das tecnologias melhoradas introduzidas pelo projeto em outras áreas do município:

- Campo Verde: Unidade sob Sistema de Produção Alternativo; e
- Guaribu: Unidade sob produção de gramíneas com alto valor nutritivo.

9.6 Promoção e Organização de Seminários, Conferências e Workshops

- 1º Seminário Internacional de Agricultura Sustentável em Terras de Baixa Fertilidade de Regiões Tropicais Montanhosa. Auditório da PETROBRAS. Rio de Janeiro. RJ. Período:04-07.04.95.
- 1º Seminário Nacional de Agricultura Sustentável em Terras de Baixa Fertilidade de Regiões Tropicais Montanhosa. Hotel INTERPASS. Arcozelo, Paty do Alferes-RJ. Período:06-11.05.96.(Figura 9.5).



Figura 9.5. Abertura do 1º Seminário Nacional de Agricultura Sustentável em Terras de Baixa Fertilidade de Regiões Tropicais. Paty do Alferes, RJ.

- 2º Seminário Nacional de Agricultura Sustentável em Terras de Baixa Fertilidade de Regiões Tropicais Montanhosa. Hotel Interpass. Arcozelo, Paty do Alferes-RJ. Período:02-07.12.96.
- 3º Seminário Nacional de Agricultura Sustentável em Terras de Baixa de Fertilidade de Regiões Tropicais Montanhosa. Hotel Interpass. Arcozelo, Paty do Alferes-RJ. Período:07-09.10.97. (Figura 9.6).



Figura 9.6. Comitê avaliando as atividades do Projeto DESUSMO.

- Conferência Internacional de Agricultura Sustentável em Regiões Montanhosas Tropicais e Subtropicais com Especial Referência para a América Latina. Local: Auditório da PETROBRAS no Rio de Janeiro - Período: 09–13.03.98.

9.7 Organização da Comunidade

A participação de líderes de comunidades é também de grande importância para a integração de esforços e formação de parcerias para um programa sistemático e progressivo de educação ambiental para todos os segmentos da população, assim como para a formação de recursos humanos locais com vista à formação de agentes locais de controle da qualidade ambiental.

Foi discutida a criação de uma sociedade civil para desenvolvimento sustentável em Paty do Alferes, visando defender e proteger o meio ambiente com a participação da comunidade em todas as fases de planejamento e implementação em conjunto de atividades para uso racional das terras - Organização Não Governamental (ONG) ECOPATY.

Para elaboração da minuta dos estatutos da Organização Não Governamental ECOPATY, foram realizadas reuniões prévias com a comunidade. Os objetivos destas reuniões compreenderam a discussão da forma de organização que seriam mais satisfatórias para alcançar os anseios das comunidades e as etapas necessárias para a criação da sociedade civil (Figura 9.7). Mais tarde, em outras reuniões, foram discutidos com a comunidade os tópicos principais dos estatutos, além da denominação da sociedade e a composição do ECOPATY.



Figura 9.7. Reunião com a comunidade para discutir a organização da ONG-ECOPATY.

9.8 Educação Ambiental

Compreendeu a organização de uma série de atividades sobre práticas alternativas de manejo de solos, água, recursos florestais e de problemas ambientais que afetam a área. Também foram desenvolvidas atividades para promover a participação de líderes municipais e de cidadãos em atividades de exploração racional dos recursos naturais. Os munícipes foram alertados sobre a importância da preservação de fontes de água, proteção dos cursos de água, flora e fauna, controle de erosão do solo, uso e manejo adequado de pesticidas agrícolas e destino apropriado de seus recipientes.

Foram organizadas viagens de produtores rurais a outras regiões onde tem havido sucesso e aceitação pelos produtores locais de programas de agricultura sustentável e preservação ambiental associado à melhoria da qualidade de vida.

Entre as atividades conduzidas, salientam-se as seguintes:

- organização e promoção de uma série de palestras nas escolas primárias e nas comunidades municipais sobre contaminação e qualidade ambiental;
- realização de viagem técnico-cultural com 44 produtores rurais para o Estado de Santa Catarina com o objetivo de investigar “in loco” atividades de cooperativismo de pequenos produtores rurais, como também conhecer as estratégias adotadas em seu Programa de Microbacia;
- viagem técnica-cultural com 44 produtores rurais para o Estado de Paraná com o objetivo de verificar “in loco” as atividades de manejo e conservação de solo, água e de recursos de florestais executados por pequenos produtores rurais, assim como

as estratégias adotadas no Programa Paranaense de Manejo de Microbacias Hidrográficas;

- viagem técnica com 25 produtores rurais para a Microbacia Janela das Andorinhas-RJ, com o objetivo de investigar “in loco” as atividades de manejo e conservação de solo e água, e de recursos florestais adotadas por pequenos produtores rurais; e
- reuniões na Secretaria Municipal de Educação–PMPA do Município de Paty do Alferes, para organização conjunta de um Programa de Educação Ambiental nas escolas públicas municipais, e também, promover cursos para treinar os professores das escolares primárias.

9.9 Legislação Ambiental

O projeto forneceu consultor jurídico-ambiental à Prefeitura Municipal de Paty do Alferes para a elaboração da minuta para criação e respectiva regulamentação do Conselho Municipal Defesa Ambiental –CONDEMA.

A primeira etapa compreendeu uma reunião com os advogados da Prefeitura de Paty do Alferes para discussão e decisão sobre a criação do CONDEMA. Mais tarde, na elaboração da proposta, foi levada em consideração a legislação estadual e federal existentes para formulação do Conselho Municipal, assim como as linhas básicas elaboradas pelo Ministério do Meio Ambiente em 1993, objetivando colaborar com as administrações municipais na orientação de assuntos importantes na elaboração de legislação ambiental.

Por outro lado, foram consideradas também, as disposições da legislação da Prefeitura Municipal de Paty do Alferes, especialmente as que se referem à competência do Conselho em relação às políticas de ordem ambientais, para o Foro de Debates do Meio Ambiente e para o Manual de Preservação do Patrimônio Ambiental – O Meio Ambiente de Paty do Alferes.

Esta etapa culminou com a criação do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de Paty do Alferes - CONDEMA, pela Lei nº 404 de 04 de julho de 1997, pela Prefeitura Municipal (Paty do Alferes, 1998).

10 RESULTADOS GERAIS E AVALIAÇÃO

*Dieter Prinz*¹

*Francesco Palmieri*²

*Michael Kunzmann*³

10.1 Base de Dados Georreferenciados

O propósito principal desta atividade foi colaborar com o monitoramento dos aspectos ligados à qualidade ambiental e apoiar a tomada de decisão, pelo emprego de técnicas de modelos cartográficos para problemas específicos, por meio da organização de uma base de dados que funcionou como uma ferramenta de geração de mapas derivados, a partir de informações contidas nos estudos de caracterização ambiental.

Para o Projeto DESUSMO, uma arquitetura dual foi usada, a qual consistiu na interação de um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados - MSBD relacionado com uma aplicação vetorial - GIS (ArcInfo) e um visualizador (ArcView). Com o uso destas ferramentas, os usuários têm acesso direto ao banco de dados alfanumérico por MSBD ou da interface de consulta geométrica provida pela aplicação de GIS

10.2 Desenvolvimento de Sistemas Agrícolas Sustentáveis

A Conferência das Nações Unidas para Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro, em junho de 1992, formulou Agenda 21 “Programa de Ação” de linhas para o desenvolvimento sustentável nas várias regiões do mundo. Formulações contra a degradação de solos e a promoção de agricultura sustentável e desenvolvimento rural são atividades centrais dentro da Agenda 21 (Brasil, 1999). Embora a proteção de recursos naturais não tenha contudo adquirido a posição política necessária, existem sinais encorajando um número crescente das pessoas com idéia de desenvolvimento sustentável em decisões econômicas e políticas.

Neste contexto, o projeto de DESUSMO procurou modos para desenvolver e introduzir sistemas de agricultura sustentáveis em regiões montanhosas da América do Sul com enfoque em áreas da Mata Atlântica no Brasil. Em uma primeira fase foram analisados em detalhes os sistemas de agricultura existentes e não só dando ênfase aos fatores biofísicos, mas também olhando de perto as condições socioeconômicas que dificultam o implementação de sistemas de agricultura sustentáveis. A Figura 10.1 mostra os sistemas de agricultura comuns na Mata Atlântica e como eles se desenvolveram durante as últimas décadas de acordo com as condições das estruturas socioecológicas.

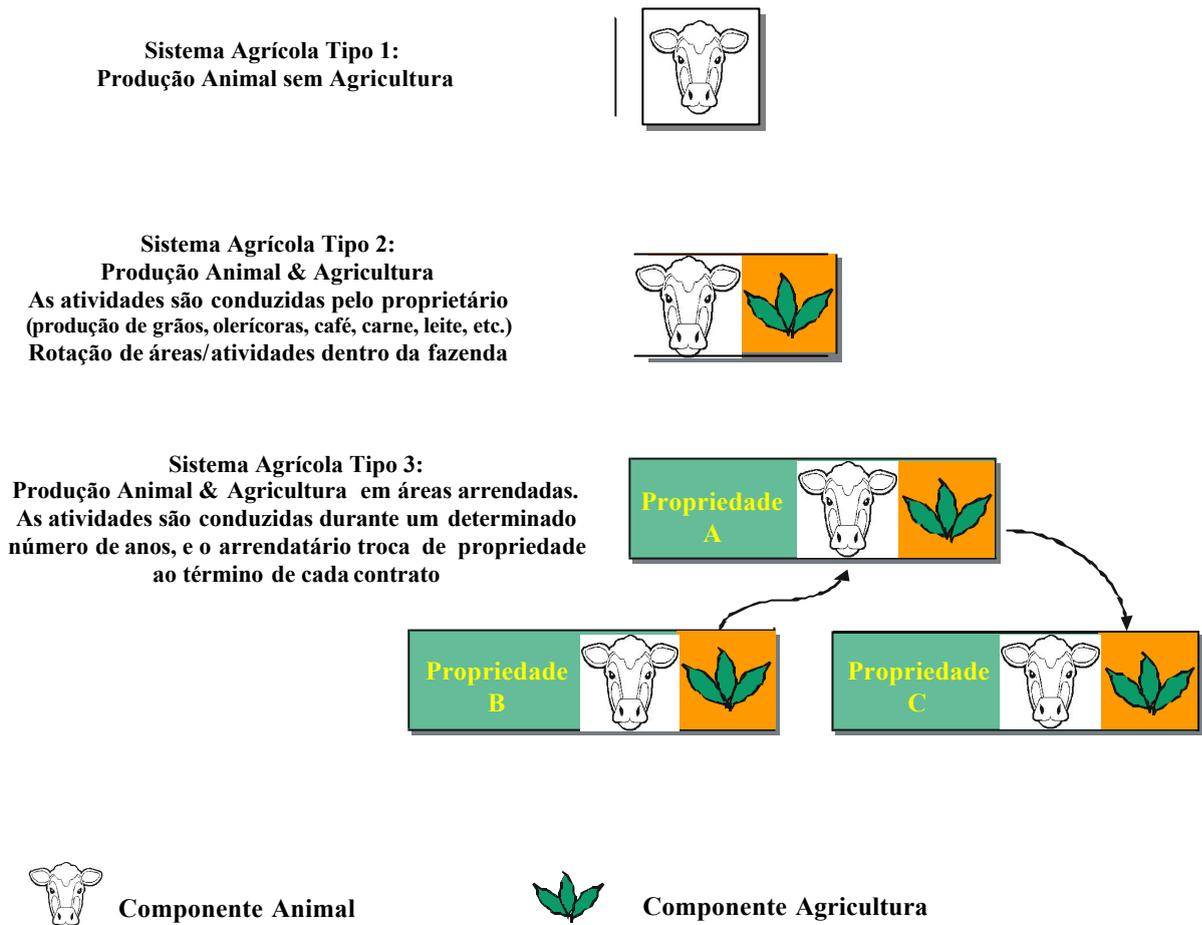


Figura 10.1. Tipos de Sistemas Agrícolas nas Regiões Montanhosas da Mata Atlântica.

Estudando as condições socioeconômicas, ficou evidenciado que um dos principais impedimentos para o desenvolvimento de sistemas de agricultura sustentáveis é a situação atual de propriedade da terra, a qual não pode ser influenciada ou alterada por qualquer projeto de pesquisa científico.

A maioria dos produtores rurais que estão cultivando as terras não são proprietários e trocam de área a cada 2-3 anos. As fazendas pertencem aos grandes proprietários (Sistema de Agricultura Tipo 3). Os produtores rurais arrendam a terra, como meeiros dos proprietários, e normalmente têm que deixar a metade da produção para eles como aluguel.

Normalmente é difícil convencer estes produtores rurais (meeiros) para a utilização de sistemas de produção com tecnologias que evitem a erosão, porque eles abandonarão as terras alugadas, assim que os custos de produção aumentarem (fertilizantes, pesticidas, etc).

Por outro lado, os proprietários das terras, tomando conhecimento da perda de solo, podem procurar diferentes técnicas de produção. Com respeito a uso de pesticidas, a situação é muito mais positiva. Novas técnicas de aplicação e novas variedades permitem uma redução considerável do uso de pesticida. Na Tabela 10.1 são resumidos os principais problemas dos sistemas de agricultura atualmente em uso.

Tabela 10.1. Principais problemas dos sistemas agrícolas em uso.

Sistema Extensivo - gado (produção de carne)		Sistema Intensivo - olerícola principalmente legumes e folhosas com formas primitivas de irrigação	
Problemas Ambientais	Problemas Socioeconômicos	Problemas Ambientais	Problemas Socioeconômicos
FAZENDA			
<ul style="list-style-type: none"> • manejo inadequado • degradação de pastagens • degradação de nutrientes do solo 	<ul style="list-style-type: none"> • baixos preços do gado • baixa renda • base financeira pequena para investimentos • baixa oferta de empregos, emigração 	<ul style="list-style-type: none"> • quantias extremas de fertilizantes e pesticidas usados sem controle • contaminação de produtos, solo e água • erosão do solo 	<ul style="list-style-type: none"> • nível de conhecimentos freqüentemente insuficiente • altos investimentos • produção alta e riscos de comercialização • trabalhadores expostos a substâncias químicas de alta toxicidade
COMUNIDADE			
<ul style="list-style-type: none"> • escassez de madeira 	<ul style="list-style-type: none"> • serviços inadequados para fazendeiros 	<ul style="list-style-type: none"> • contaminação de rios e do lençol freático • água potável poluída • perda de espécies 	<ul style="list-style-type: none"> • serviços de saúde insuficiente • serviços inadequados para os produtores rurais • baixa cooperação entre os produtores rurais
REGIÃO			
<ul style="list-style-type: none"> • áreas muito extensas de terras com baixa produção • perda de espécie 	<ul style="list-style-type: none"> • suprimentos inadequados de produtos para cidades • migração para cidades • crescimento de favelas (criminalidade) 	<ul style="list-style-type: none"> • suprimento de produtos contaminados para o mercado urbano • água dos rios carregados de sedimentos, nutrientes e substância química 	<ul style="list-style-type: none"> • alta flutuação de preços • altos lucros principalmente para atacadistas

Estudando e analisando as condições biofísicas e socioeconômicas, bem como executando numerosas investigações de campo com a participação dos produtores rurais e de suas famílias, pode ser demonstrado que os sistemas de agricultura atuais são sustentáveis quando se aplica tecnologias melhoradas para cultivo de produtos agrícolas e de criação de animais.

Estas técnicas melhoradas podem ser adotadas tanto por proprietários de terra quanto por meeiros/arrendatários. Os principais fatos são resumidos abaixo:

Ambiente

- Desenvolvimento de sistemas de produção que precisam, consideravelmente, de menos agroquímicos com redução dos custos financeiros.
- Desenvolvimento de métodos de conservação solos que diminuam erosão do solo para limites toleráveis, sem reduzir a eficiência de produção.
- Recuperação de pastagens degradadas usando espécie de forrageiras apropriadas teve êxito.
- A contaminação química de produtores rurais, produtos agrícolas, solos e água deve ser analisada e elaborada recomendações para a redução de agroquímicos.

Socioeconômico

- Os lucros dos produtores rurais podem ser aumentados usando sistemas melhorados de produção e cultivo de fruteiras perenes.
- A comercialização de produtos mais saudáveis de uma maior variedade de culturas substancialmente melhoradas.
- Conscientizar produtores rurais, organizações de produtores, políticos locais, etc para adotarem sistemas de agricultura sustentáveis para proteger os recursos naturais e elevar a qualidade de vida.

10.3 Avaliação do Projeto

Ao longo dos 3 anos e meio de implementação e condução do projeto de DESUSMO, existiu uma excelente cooperação entre as pesquisas multidisciplinares dos diversos parceiros do projeto. Isto tornou possível alcançar as metas propostas apesar das restrições financeiras e da pequena duração do projeto. Houve muita troca de conhecimento entre os pesquisadores dos diversos países e muitos estudantes de todas as instituições foram treinados.

Reuniões periódicas entre todos os agentes institucionais envolvidos no projeto asseguraram a troca efetiva de conhecimento, melhoraram a cooperação e ajudaram a focar os objetivos comuns do projeto. Como era sabido que o projeto de DESUSMO não era apenas um projeto de pesquisa sem qualquer componente prático, mas um projeto que procurava oferecer possíveis soluções, grande ênfase foi dada na assistência de produtores rurais para implementação de novas tecnologias de produção, visando a introdução de sistemas de agricultura sustentáveis. Porém, mais trabalho de pesquisa precisa ser feito para entender melhor a complexidade da estrutura socioeconômica e biofísica atual existente na vasta área montanhosa da América do Sul, que é diferente de local para local.

Nós não queremos nos manter quietos sobre certas negligências e limitações de nosso trabalho. Nós nos concentramos na Região da Mata Atlântica e deixamos as outras áreas montanhosas de baixa fertilidade a parte. A cooperação com o parceiro boliviano IBTA foi

desde o princípio muito difícil devido às freqüentes mudanças de chefias dentro da organização e na fase posterior devido a uma mudança completa do IBTA de uma organização nacional para uma organização orientada para províncias. A implementação e disseminação dos resultados do projeto, especialmente em Paty do Alferes e nas regiões vizinhas, está sendo continuado pelas organizações governamentais locais como Embrapa, INT, Emater e universidades, de forma que até mesmo depois do término oficial do projeto DESUSMO esforços consideráveis para agricultura sustentável e uso da terra, estão sendo continuados. A formação de recursos humanos nas comunidades rurais é indispensável para criar consciência, melhorar e controlar a qualidade ambiental e aumentar o nível de educação ambiental. Ações para melhorar a infra-estrutura, apoiar a produção e os sistemas de comercialização foram componentes muito importantes para dar credibilidade ao projeto. Também tem que ser lembrado que as ações de pesquisa são intangíveis para a grande maioria dos cidadãos. Apesar da grande dificuldade para montar as parcelas experimentais nas fazendas, a população local favoreceu a integração no projeto. Isto também estimulou a participação dos produtores nas atividades, monitorando a melhoria da qualidade ambiental. Reuniões periódicas nas comunidades, com os cidadãos e com participação dos líderes municipais foi essencial para permitir as pessoas locais a se reconhecerem como parte do processo e não como meros espectadores. Políticas e estratégias para desenvolvimento sustentável precisam ser implementadas urgentemente, para que os recursos naturais de solo e água estejam disponível para gerações futuras.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura Comissão Nacional de Coordenação do PNMH. **Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas**: manual operativo. Brasília, DF, 1987. 59 p.

BRASIL. Decreto n. 99.547, de 25 de setembro de 1990. Dispõe sobre a vedação do corte, e da respectiva exploração, da vegetação nativa da Mata Atlântica, e dá outras providências. In: BRITO, E. do N.; MOREIRA, I. V. D. (Org.). **Coletânea de legislação ambiental básica federal e estadual**: relação e textos da legislação básica relacionada ao Sistema de Licenciamento Ambiental de Atividades Modificadoras do Meio Ambiente. Rio de Janeiro: FEEMA/SINICON, 1992. p. 153-154.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Agenda 21 brasileira**: área temática: agricultura sustentável: produto 03: texto final. Brasília: MMA-PNUD / [Belém]: Consórcio Museu Emílio Goeldi, 1999. 130 p.

DELGADO, I. F.; BAGGIO, C.A.; PAUMGARTTEN, F.J.R. Exposição ocupacional de agricultores no município de Paty do Alferes. Rio de Janeiro. Uso de pesticidas, equipamentos de proteção individual e morbidade referida. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE AGRICULTURE IN TROPICAL AND SUBTROPICAL HIGHLANDS WITH SPECIAL REFERENCE TO LATIN AMERICA = CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL EM REGIÕES MONTANHOSAS TROPICAIS E SUBTROPICAIS COM ESPECIAL REFERÊNCIA PARA A AMÉRICA LATINA-SATHLA, 1998, Rio de Janeiro. **Proceedings ... = Anais ...** Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, 1998. CD ROM.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro. 1981. Escala 1:5.000.000.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Delineamento macro-agroecológico do Brasil**. Rio de Janeiro, 1991. 114 p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 37).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Mapa de uso atual das terras do Município de Paty do Alferes**. Rio de Janeiro, 1996. Escala 1:20 000.

ESRI. ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (New York, NY). **PC ARC/INFO, Command references**. New York, 1994. Conjunto de software: 1 CD ROM.

IMAGEM GEOSISTEMAS E COMÉRCIO (São José dos Campos, SP). **SGI/VGA, versão 2.5**. São José dos Campos, 1995. Conjunto de software: 2 Disquetes 3 ½.

GASCÓN, J. ; DURAND, G.; BARCELÓ, D. Pilot survey of atrazine and total chlorotriazines in estuarine waters using magnetic particle-based immunoassay and gas chromatography-nitrogen/phosphorus detection. **Environmental Science and Technology**, Washington, D.C., v. 29, n. 6, p. 1551-1556, 1995a.

GASCÓN, J.; MARTÍNEZ, E.; BARCELÓ, D. Determination of atrazine and alachlor in waters by a rapid-magnetic particle-based ELISA Influence of common cross-reactants: deethylatrazine, deisopropylatrazine, simazine and metolachlor. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 311, n. 3, p. 357-364, 1995b.

HERRMANN, A.G; BRUMSACK G. H. J; HEINRICHS H. Notwendigkeit, Möglichkeiten und Grenzen der Untergrund-Deponie Anthropogener Schadstoffe. **Naturwissenschaften**, Berlin, v. 72, p. 408-418, 1985.

IBGE. **Censo demográfico 1991**. Rio de Janeiro, 1991. v. 20.

IBGE. Estudo do relevo, hidrografia, clima e vegetação das regiões. Programa do Estado do Rio de Janeiro. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 248, p. 5-73, 1976.

IBGE. **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro, 1996. Escala 1:5.000.000.

IBGE. **Brasil em números**. Rio de Janeiro, 1997. v. 5.

LEMMON, C. R.; PYLYWIW, H. M. Degradation of diazinon, chlorpyrifos, isofenphos and pendimethalin in grass and compost. **Bulletin Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 48, n.3, p. 408-415, 1992.

LEPRUN, J. C. **A erosão, a conservação e o manejo do solo no Nordeste Brasileiro**: balanço, diagnóstico e novas linhas de pesquisas. Recife: SUDENE, 1981. 105 p. (SUDENE. Recurso de Solos, 15).

LEPRUN, J. C. **A situação da conservação do solo e da água no Brasil**: o papel do SNLCS da EMBRAPA. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1988. 42 p. Digitado.

MACHADO NETO, J. G.; MATUO, T.; MATUO, Y. K. Dermal exposure of pesticide applicators in staked tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) crops: efficiency of a safety measure in the application equipment. **Bulletin Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 48, n. 4, p. 529-534, 1992.

OUBIÑA, A.; GASCÓN, J.; FERRER, I.; BARCELÓ, D. Evaluation of magnetic particle based ELISA for the determination of chlorpyrifos-ethyl in natural waters and soil samples. **Environmental Science and Technology**, Washington, D.C., v. 30, p. 509-512, 1996a.

OUBIÑA, A.; GASCÓN, J.; BARCELÓ, D. Determination of cross reactivity of immunoassays: effect of common cross-reactants for chlorpyrifos-ethyl in water matrices using magnetic particle-based ELISA. **Environmental Science and Technology**, Washington, D.C., v. 30, p. 513-516, 1996b.

PATY DO ALFERES (RJ). Lei n. 405, de 4 de julho de 1997. Cria o Conselho Municipal de Política Agropecuária e Pecuária de Paty do Alferes e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, Paty do Alferes, 12 nov. 1998.

PRINZ, D. **Thoughts on sustainability**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE AGRICULTURE IN TROPICAL AND SUBTROPICAL HIGHLANDS WITH SPECIAL REFERENCE TO LATIN AMERICA=CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL EM REGIÕES MONTANHOSAS TROPICAIS E SUBTROPICAIS COM ESPECIAL REFERÊNCIA PARA A AMÉRICA LATINA-SATHLA, 1998, Rio de Janeiro. **Proceedings ... = Anais ...** Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, 1998. CD ROM.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1994.65p.

RANGASWAMY, V. ; VENKASTESWARLU, K. Degradation of selected insecticides [monocrotophos, quinalphos, cypermethrin and fenvalerate] by bacteria isolated from soil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v.49, n.6, p.797-804, 1992.

REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. **Farming for the future: an introduction to low-external-input and sustainable agriculture**. Leusden: ETC / ILEIA, 1992. 250 p.

ROOS, A. J.; VAN. MUNSTEREN, S. M.; NAB, L. G. **Analytical Methods for Residues of Pesticides**. 5.ed. SDU Uitgeverij., Ministry of Welfare, Health and Cultural Affairs Rifswijk-Netherlands A.H., 1998. part 1, 115 p.

VILLARREAL NÚÑEZ, J. E. **Acúmulo e perdas por erosão de nutrientes e metais pesados afetados pelo método de preparo do solo**. 1998. 126p.Tese - Mestrado - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ANEXOS

Anexo 1 - Espécies Identificadas nos Fragmentos Florestais

Anexo 2 - Mapa Detalhado de Solos da Microbacia do Córrego da Cachoeira. Paty do Alferes, RJ.

Anexo 3 - Mapa Semi Detalhado de Solos do Município de Paty do Alferes, RJ.

Anexo 4 - Principais Unidades Geoambientais do Município de Paty do Alferes, RJ.

Anexo 5 - Uso Atual das Terras da Microbacia do Córrego da Cahoeira. Paty do Alferes, RJ.

Anexo 6 - Mapa de Uso Atual das Terras do Município de Paty do Alferes, RJ.

Número Total de espécies florestais identificadas nos fragmentos florestais estudados														
ESPÉCIE	LOCAL												Total	Frequência
	Bela Vista	C. Verde	Simpatia	Gr-rio	Gr-topo	PESAGRO	Tombo	Araxá	Sta Fé	Lago	Maria			
<i>Sorocea bomplandii</i>		17						1						
<i>Apuleia leiocarpa</i>	4	16	20	20	34	4	39	11				148	8	
<i>Guapira opposita</i>	1	19	1	2	1		38	29	34			125	8	
<i>Piptadenia gonoacatha</i>	24		54		6			4	2	8		98	6	
<i>Psycotria sp.</i>		3								46		49	2	
<i>Pseudopiptadenia contorta</i>				39	1	2						42	3	
<i>Cupania oblongifolia</i>	4	7	1				17		1	7		37	6	
<i>Sebastiania sp.</i>						33	3					36	2	
<i>Coccoloba confusa</i>						7	18		3			28	3	
<i>Machaerium nictitans</i>		23					3		2			28	3	
<i>Erythroxylum sp.</i>		25										25	1	
<i>Allophillus edulis (St. Hill)</i> Radlk						13		2	2	4	3	24	5	
<i>Rapanea sp.</i>								3	3	15	3	24	4	
<i>Brosimum sp.</i>					3		15	4				22	3	
<i>Brosimum guianense</i>		11		11								22	2	
<i>Sparattosperma leucanthum</i>		6	5				10					21	3	
<i>Myrcia rostrata</i>			18								1	19	2	
<i>Luehea sp. 1</i>	1		14				2					17	3	
<i>Myrcia sp. 2cf.??</i>										16		16	1	
<i>Plathypodium elegans</i>					16							16	1	
<i>Cupania concolor</i>								6		2	7	15	3	
<i>Peschiera sp</i>		2	13									15	2	
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>		1		4	7	1						13	4	
<i>Piptadenia paniculata</i>						1	4	5		2		12	4	
<i>Zanthoxylum rohifolium</i>		1			1			1	1	7		11	5	
<i>Amaioua guianense</i>						1	5	1			4	11	4	
<i>Campomanesia guaviroba</i>	8									3		11	2	

Número Total de espécies florestais identificadas nos fragmentos florestais estudados (cont.)													
ESPÉCIE	LOCAL												
	Bela Vista	C. Verde	Simpatia	Gr-rio	Gr-topo	PESAGRO	Tombo	Araxá	Sta Fé	Lago	Maria	Total	Frequência
<i>Miconia cinnamomifolia</i>									2	8		10	2
<i>Psycotria sp. 2</i>		10										10	1
<i>Cupania sp.</i>	3		5						1			9	3
<i>Luehea candicans</i>							9					9	1
<i>Machaerium sp.</i>			2				5				1	8	3
<i>Nectandra mollis</i>								4	2		2	8	3
<i>Coccoloba sp.</i>		8										8	1
<i>Casearia sp. 2</i>		2						1	2		2	7	4
<i>Casearia sp.5</i>				1			5	1				7	3
<i>Casearia sp.1</i>								5			2	7	2
<i>Casearia sp.</i>		1	3	1			1					6	4
<i>Didymopanax aff. Longepetiolatus</i> (Pohl.) March						1			3	1	1	6	4
<i>Cecropia sp.</i>								1	1	4		6	3
<i>Rudgea sp?</i>								1			5	6	2
<i>Brosimum sp.1</i>	6											6	1
<i>Croton sp.</i>									6			6	1
<i>Leg. 1</i>		6										6	1
<i>Ocotea sp.?</i>								6				6	1
<i>Ocotea sp.1cff.</i>							6					6	1
<i>Luehea sp.2</i>	1		4									5	2
<i>Marlierea sp. cf.?</i>								4		1		5	2
<i>Matayba sp.</i>							1	4				5	2
<i>Diaptenopteryx sorbifolia cff.</i>						5						5	1
<i>Marlierea sp.</i>							5					5	1
<i>Melastomat. 1</i>		5										5	1
<i>Casearia silvestrys</i>			2		1		1					4	3
<i>Croton urucurana</i>									1	3		4	2

Número Total de espécies florestais identificadas nos fragmentos florestais estudados (cont.)													
ESPÉCIE	LOCAL												
	Bela Vista	C. Verde	Simpatia	Gr-rio	Gr-topo	PESAGRO	Tombo	Araxá	Sta Fé	Lago	Maria	Total	Frequência
<i>Miconia buddeyoides</i>								1			3	4	2
<i>Cabrallea cangerana</i>											4	4	1
<i>Cupania sp1</i>								4				4	1
<i>Hyeronima alchorneoides</i>										4		4	1
<i>Miconia sp.</i>										4		4	1
<i>Vernonia discolor</i>										4		4	1
<i>Bathysa sp.2</i>								1			2	3	2
<i>Gomidesia sp</i>									2	1		3	2
<i>Guatteria sp.2</i>								2			1	3	2
<i>Brosimun sp.2</i>	3											3	1
<i>Casearia sp.8</i>							3					3	1
<i>Cryptocaria micrantha</i>									3			3	1
<i>Laplacea fruticosa</i>											3	3	1
<i>Psycotria sp.1</i>		3										3	1
<i>Rollinia laurifolia</i>										3		3	1
<i>Rubiaceae 1</i>		3										3	1
<i>Solanum leucodendron</i>										3		3	1
<i>Aloysia virgata</i>	1	0	1									2	3
<i>Ficus sp.</i>					1				1			2	2
<i>Lamanonia sp</i>								1			1	2	2
<i>Miconia rigidiuscula</i>								1			1	2	2
<i>Trichilia casaretti</i>	1		1									2	2
<i>Allophyllus sp.2</i>										2		2	1
<i>Campomanesia sp.</i>											2	2	1
<i>Cariniana sp.</i>											2	2	1
<i>Dillenicaceae 1</i>		2										2	1
<i>Ficus poliphylla</i>			2									2	1
<i>Guatteria sp. 5</i>										2		2	1

Número Total de espécies florestais identificadas nos fragmentos florestais estudados (cont.)													
ESPÉCIE	LOCAL												
	Bela Vista	C. Verde	Simpatia	Gr-rio	Gr-topo	PESAGRO	Tombo	Araxá	Sta Fé	Lago	Maria	Total	Frequência
<i>Melastomataceae</i>	1											1	1
<i>Mezilaurus sp?</i>											1	1	1
<i>Mimosa schumburghii</i>									1			1	1
<i>Myrcia sp.?</i>								1				1	1
<i>Myrtaceae</i>			1									1	1
<i>Ocotea glaziovii</i>									1			1	1
<i>Ocotea laxa cff.</i>								1				1	1
<i>Ocotea sp</i>						1						1	1
<i>Palmae</i>			1									1	1
<i>Pouteria sp.</i>								1				1	1
<i>Rustia cff.sp.</i>											1	1	1
<i>Solanaceae</i>	1											1	1
<i>Sorocea</i>			1									1	1
<i>Tibochina granulosa</i>										1		1	1
<i>Tripterodendron filicifolium</i>							1					1	1
<i>Villanesia megaphilla</i>								1				1	1
<i>Virola oleifera</i>								1				1	1
<i>Vochysia acuminata Beng.</i>											1	1	1
<i>Vochysia schuwarcheana</i>											1	1	1
<i>Xylopia brasiliensis Spreng.</i>											1	1	1
<i>Xylosma prockia</i>									1			1	1
<i>Zanthoxylum riedelianum cf.</i>						1						1	1
Total de indivíduos nas áreas	61	311	150	79	72	70	193	112	77	155	70	1350	
Total de espécies identificadas	16	24	21	8	11	12	23	34	23	28	35	130	
Percentagem espécies não identificadas	-	-	-	20	15	21	6	39	39	10	67		

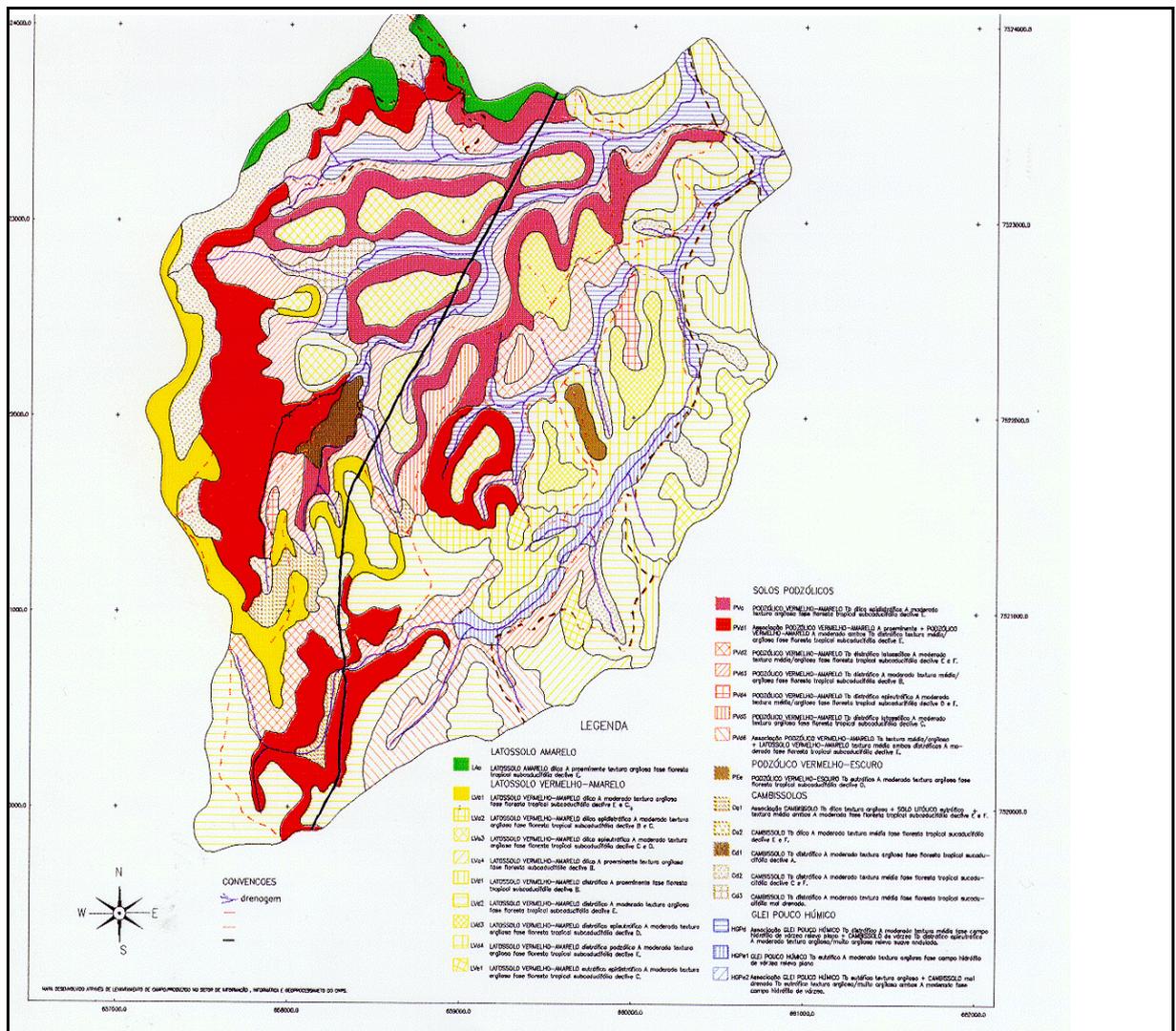


Mapa Detalhado de Solos

Microbacia Córrego da Cachoeira

Paty do Alferes

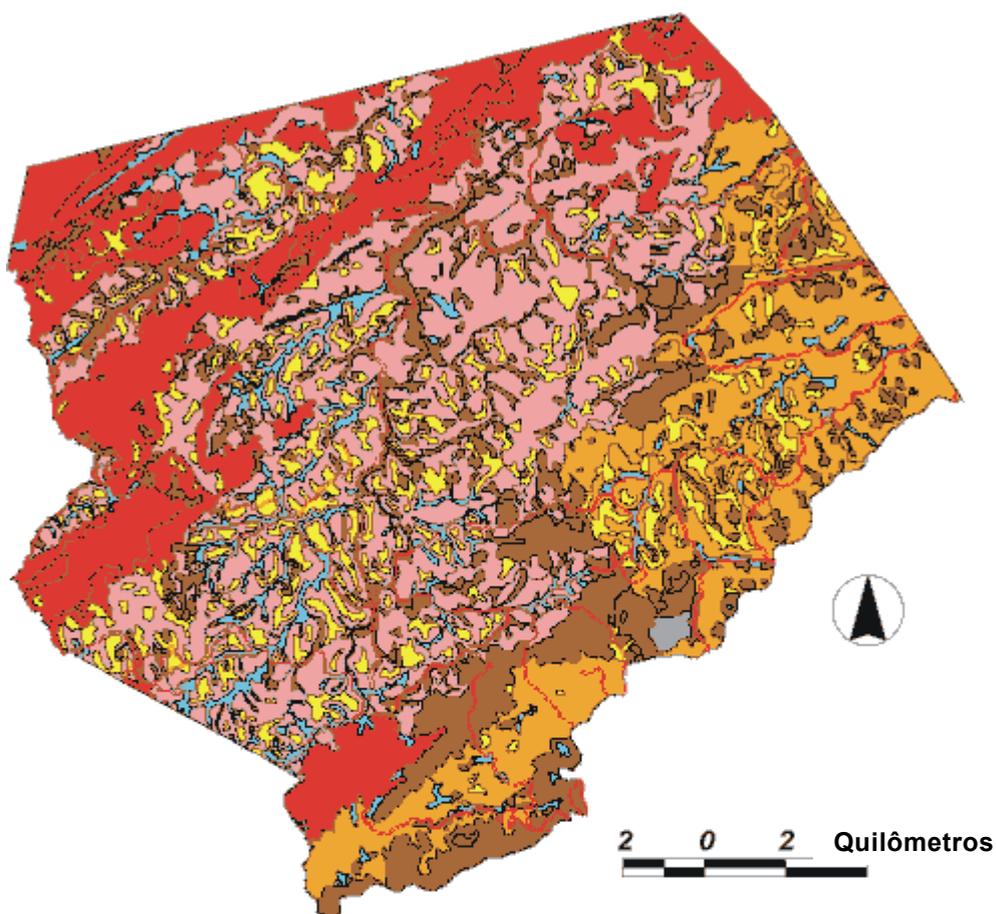
Escala Original 1:10 000





**Mapa Semi Detalhado de Solos
Município de PATY DO ALFERES**

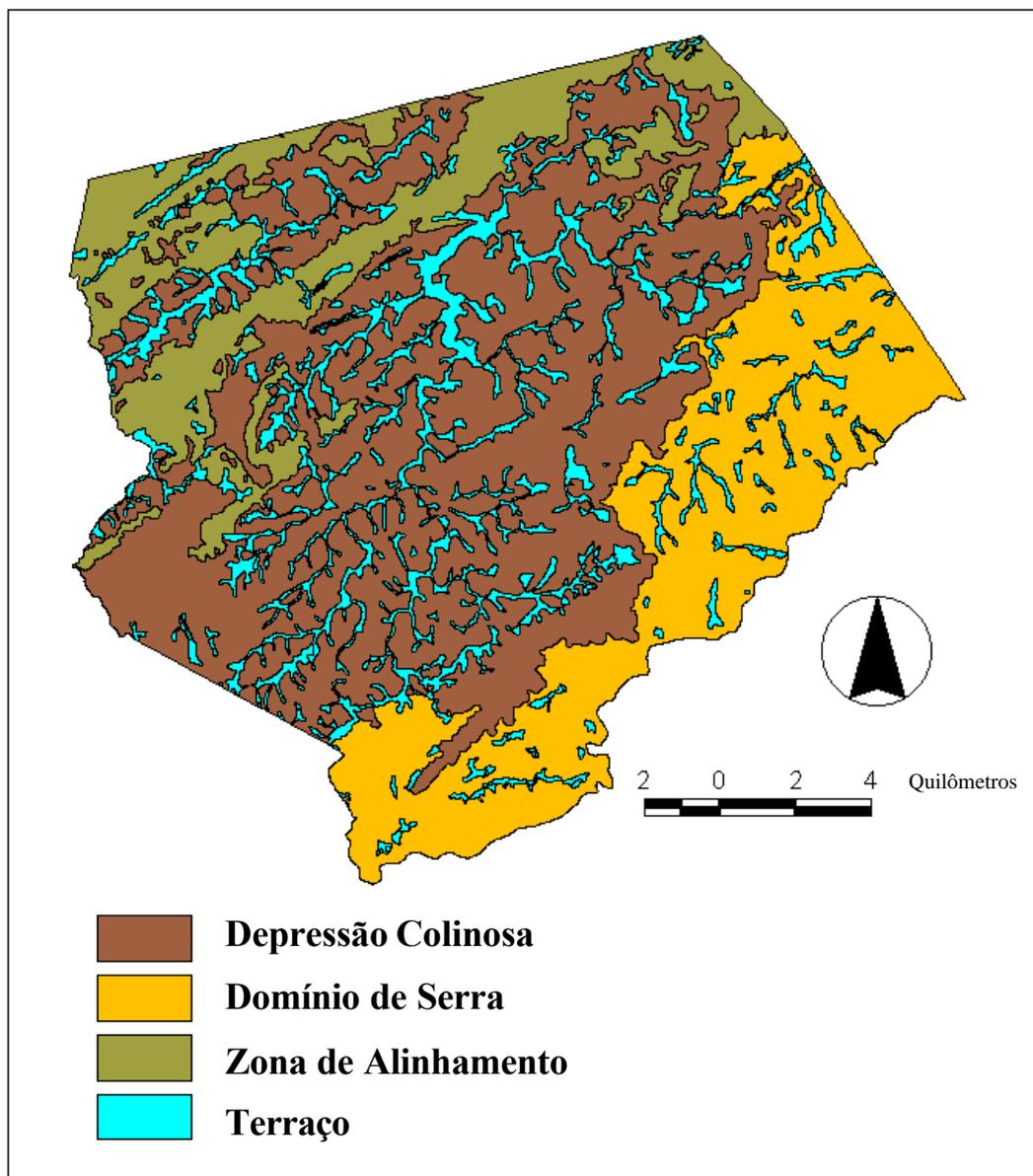
Escala Original :1: 20 000



-  Afloramento de Rocha
-  Cambissolo, eutrófico, distrófico, álico
-  Glei Pouco Húmico distrófico
-  Latossolo Amarelo álico
-  Latossolo Vermelho-Escuro álico + Latossolo Vermelho-Amarelo
-  Podzólico Vermelho-Escuro distrófico e eutrófico
-  Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico + Podzólico Vermelho-Amarelo latossólico álico



**Principais Unidades Geoambientais
Município de Paty do Alferes, RJ.**





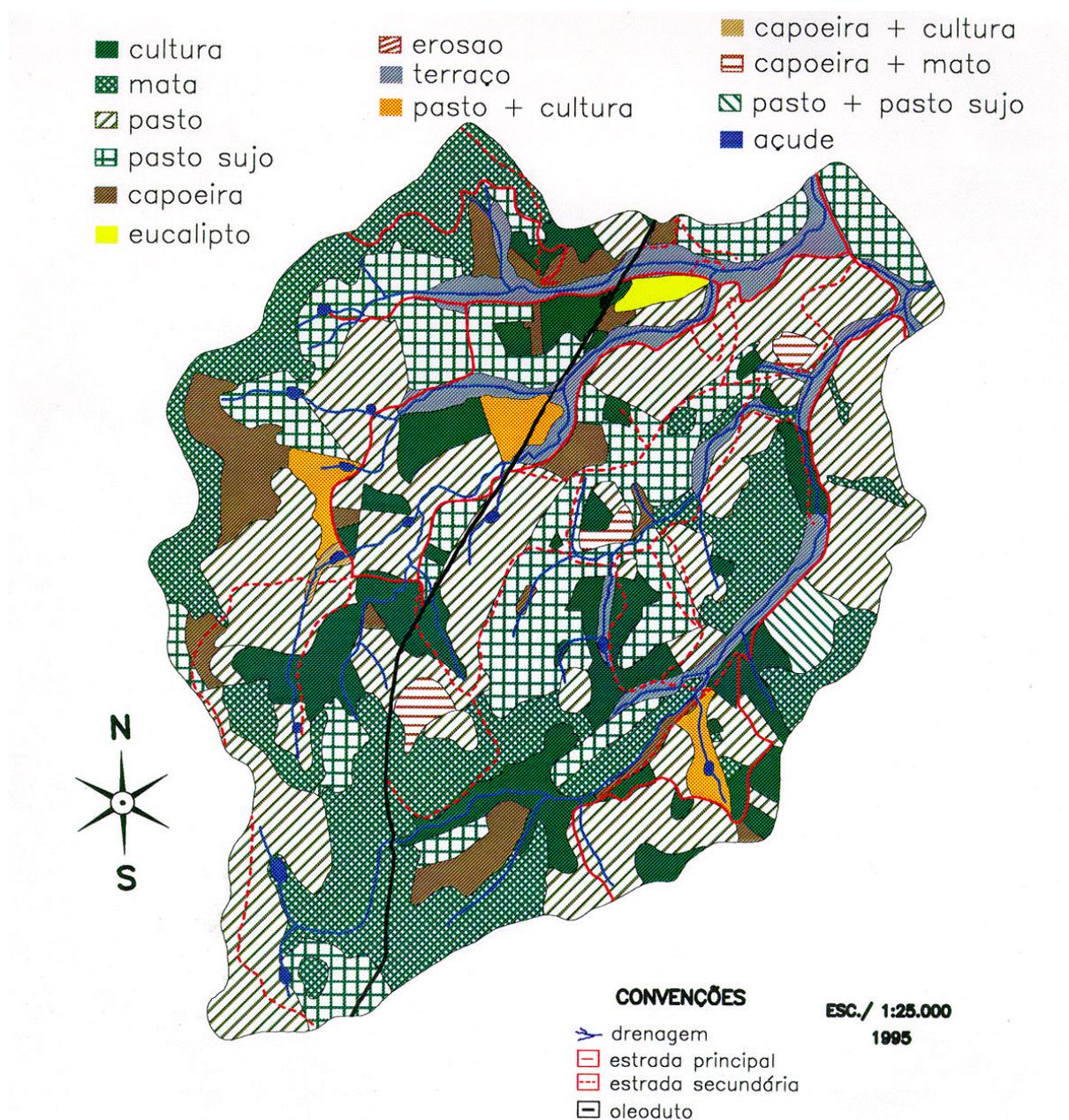
Solos



Mapa de Uso Atual das Terras do Córrego da Cachoeira

Paty do Alferes, RJ.

Escala Original 1:10 000

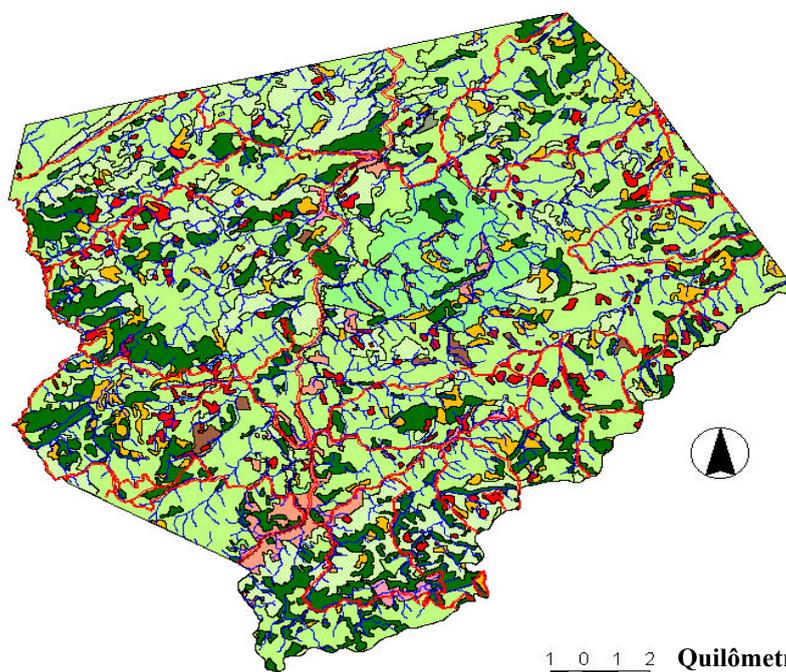




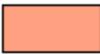
Solos



**Mapa de Uso Atual das Terras
Município de Paty do Alferes, RJ.
Escala Original 1:20 000**



1 0 1 2 Quilômetros

	URBANO		HORTICULTURA
	URBANO + RURAL		PASTO
	GRANJA		PASTO SUJO
	FLORESTA		PASTO + HORTICULTURA
	EUCALIPTO		CAPOEIRA
	FRUTEIRAS		HORTICULTURA + PASTO
			TERRAÇO - VÁRZEA

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
E DO ABASTECIMENTO**



Produção editorial
Embrapa Solos
Área de Comunicação e Negócios (ACN)